

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»

*ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС СЕГМЕНТА»*

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки Профессиональное обучение  
профилю подготовки Машиностроение и материалloобработка  
профилизации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 141

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики  
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ТМС

Н.В. Бородина

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018г.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС СЕГМЕНТА»

Выпускная квалификационная работа  
по направлению подготовки 44.03.04

Профессиональное обучение (по отраслям)

Профиля подготовки «Машиностроение и материалообработка»  
профилизации «Технологии и оборудования машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 141

Исполнитель:

студент (ка) группы ЗТО-404

П.Н. Бурков

Руководитель:

доцент кафедры ТМС,  
канд. техн. наук, доцент

В.А. Штерензон

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 101 страницах, содержит 31 рисунок, 27 таблиц, 34 источников литературы, а также 2 приложения на 6 страницах.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПОЗИЦИОННОСТЬ, ГИДРОАБРАЗИВНАЯ РЕЗКА, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА.

В результате выполнения ВКР был разработан технологический процесс изготовления детали «Корпус сегмента», разработано содержание технологических операций, выбраны технологическое обеспечение и оснастка, подготовлена управляющая программа для обработки одной из поверхностей детали.

Выполнены экономические расчеты себестоимости изготовления детали в условиях ООО НПЦ «Внутритрубная диагностика».

В методической части ВКР проанализированы федеральный государственный образовательный стандарт среднего профессионального образования программы подготовки квалифицированных рабочих по профессии «Операторов станков с ЧПУ», разработано занятие теоретического обучения и перспективно-тематический план.

					ДП 44.03.04.141 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Корпус сегмента»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Лист</i>
<i>Разра</i>		Бурков						
<i>Пров.</i>		Штерензон					2	102
<i>Н.</i>		Суриков				ФГАОУ ВО РГППУ ИИПО Гр. ЗТО-404С		
<i>Зав.</i>		Бородина						

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	5
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	6
1.1. Анализ исходных данных .....	6
1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика .....	6
1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали .....	8
1.1.3. Определение типа производства .....	11
1.2. Разработка технологического процесса обработки детали.....	12
1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления .....	12
1.2.2. Выбор технологических баз .....	14
1.2.3. Составление технологического маршрута обработки детали .....	15
1.2.4. Выбор средств технологического оснащения .....	16
1.2.4.1 Выбор и описание оборудования.....	16
1.2.4.2. Выбор и описание металлорежущего инструмента .....	20
1.2.4.3. Выбор и описание технологической оснастки.....	26
1.3. Технологические расчеты .....	27
1.3.1. Расчет припусков .....	27
1.3.2. Расчет (назначение) режимов резания .....	28
1.4. Расчет сил зажима детали .....	33
1.5. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали .....	37
1.5.1. Описание и основные функции программного управления станка FANUC 18i – MB .....	38
1.5.2. Фрагмент управляющей программы на обработку отверстия диаметром 13 мм .....	40
1.6. Выбор контрольно-измерительного прибора и разработка схемы контроля (отклонения формы или расположения поверхностей).....	41
1.7. Расчет технических норм времени.....	44

						Лист
Изм.	Лист	докум.	Подпись	Дата		

2.	ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	52
2.1.	Определение количества технологического оборудования .....	52
2.2.	Определение капитальных вложений .....	54
2.3.	Расчет технологической себестоимости детали .....	55
3.	МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	68
3.1.	Система подготовки персонала .....	68
3.2.	Анализ федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.01.32 Оператор станков с программным управлением.....	68
3.3.	Анализ программы подготовки квалифицированных рабочих по профессии «Оператор станков с ЧПУ» .....	69
3.4.	Анализ рабочей программы профессиональный модуль ПМ.01 «Изготовление деталей на металлорежущих станках различного вида и типа по стадиям технологического процесса» .....	72
3.5.	Анализ учебного плана по специальности «15.01.32 Оператор станков с программным управлением».....	76
3.6.	Разработка перспективно-тематического плана.....	77
3.7.	Разработка занятия теоретического обучения.....	80
3.8.	План занятия – конспект занятия.....	82
3.9.	Итоговая аттестация.....	90
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	92
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	93
	Приложение А. Управляющая программа .....	97
	Приложение Б. Эскиз детали	

## ВВЕДЕНИЕ

4

Актуальность данной работы заключается в том, что на данный момент на предприятии отсутствует технологический процесс изготовления детали «Корпус сегмента» при необходимости её выпуска.

Целью данного дипломного проекта является разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус сегмента» в условиях мелкосерийного производства на предприятии ООО НПЦ «Внутритрубная диагностика».

Цель дипломного проекта определяет следующие задачи:

- проанализировать исходные данные о детали и производственные мощности ООО Научно-производственного центра «Внутритрубной диагностики»;
- разработать технологический процесс и технологические операции с учетом производственных условий предприятия;
- разработать управляющую программу обработки детали;
- выполнить экономическое обоснование предлагаемого технологического процесса;
- рассмотреть вопросы подготовки рабочих кадров для ООО НПЦ «Внутритрубная диагностика», разработать методическое обеспечение занятия теоретического обучения.

В разработанном на предприятии технологическом процессе предполагается использовать имеющееся высокотехнологичное оборудование и инструмент, что обеспечит в сжатые сроки выполнение готовой продукции высокого качества без необходимости инвестиций.

Результаты данного проекта планируются к апробации в ООО НПЦ «Внутритрубная диагностика» в июле 2018 года.

					44.03.04.141 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.№№	Подпись	Дата		

## 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 1.1. Анализ исходных данных

Анализ производится по исходным данным, которые включают в себя: рабочий чертеж детали с техническими требованиями, годовую программу выпуска деталей и условий производства.

#### 1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика

Деталь «Корпус сегмента» используется в оборудовании дефектоскопов – 1400 серии ДМТ, ДМТП, ДЭМАТ, ПРТ.

«Корпус сегмента» изготавливается из алюминиевого деформируемого сплава В95, масса детали 6 кг, имеет следующие габаритные данные: 470х210х95.

Деталь «Корпус сегмента» (рисунок 1) предназначена для крепления полиуретановых ласт несущих в себе считывающие устройства, передающих информацию о дефектах газонефтепровода по кабелям к микросхемам с последующей передачей данных в аппаратную секцию.

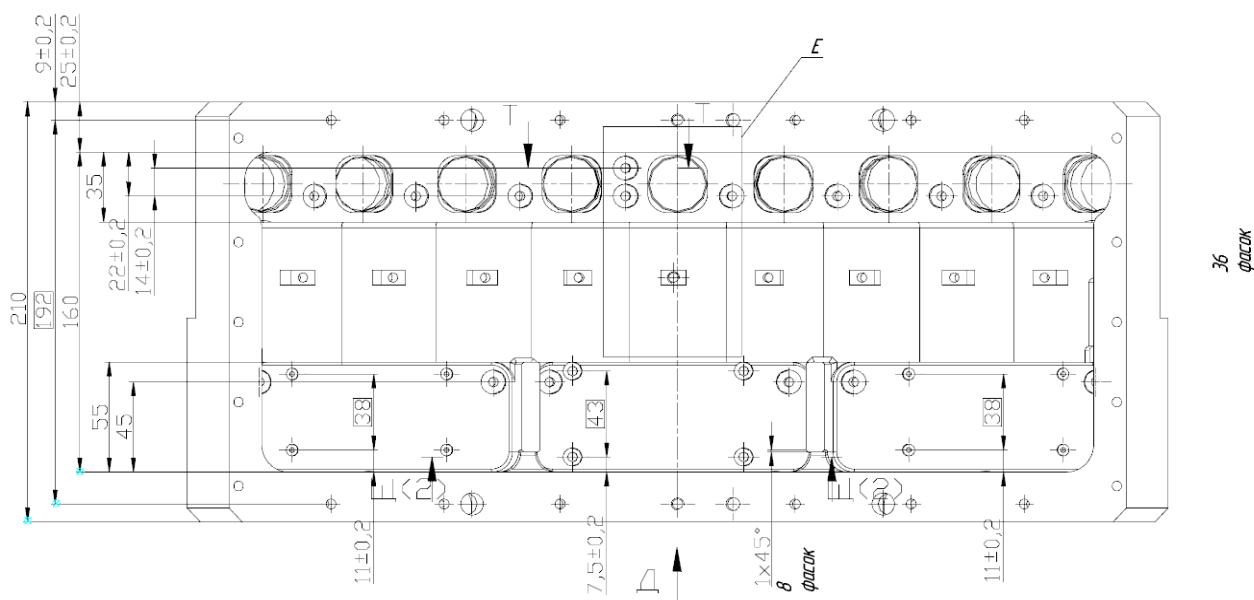


Рисунок 1 – Корпус сегмента

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		6

В корпус сегмента устанавливаются микросхемы для сбора информации о дефектах. Резьбовые отверстия М6 - 6Н предназначены для крепления микросхемы. Четырнадцать отверстий М6-6Н предназначены для установки крышки сегмента. Четыре паза на 18 являются крепежными к корпусу дефектоскопа трубного (рисунок 2). 9 групп по четыре отверстия М6-6НХ6-8 является для крепления ласт, 9 отверстий  $\varnothing 30^{+0,084}$ , 9 отверстий  $\varnothing 27,2^{+0,084}$  являются посадочными диаметрами для установки ласты. 14 отверстий М6-6Н предназначены для установки крышки сегмента.

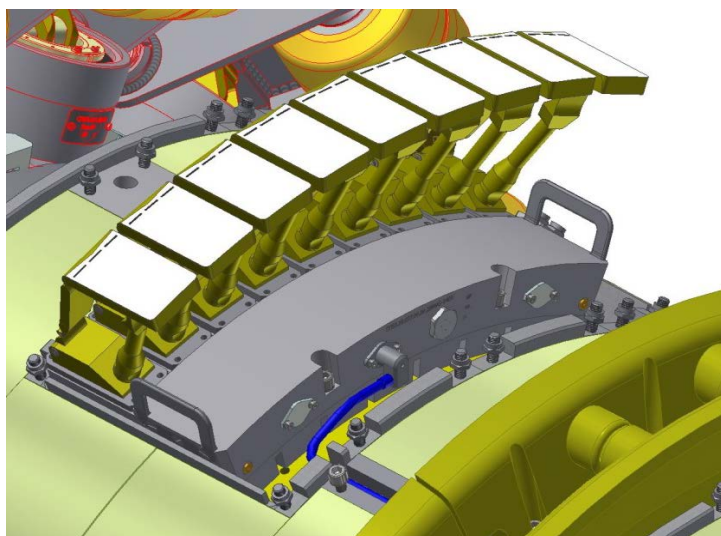


Рисунок 2 – «Корпус сегмента» с установленными ластами

Деталь «Корпус сегмента» изготавливается из алюминиевого деформируемого сплава В95 ГОСТ 4784-97.

Данный сплав распространен в сфере производства высоко нагруженных системах, работающих в основном на сжатие и компонентов для авиационной отрасли, не должны работать длительное время при температуре выше  $100^{\circ}$ .

Приведены в таблицах 1 и 2 химический состав и механические свойства сплава В95 [1].



Таблица 1- Химический состав сплава В95 ГОСТ 4784-97

Массовая доля, %										
Fe	Si	C	Mn	Cr	Ti	Al	Cu	Mg	Zn	Примесей
до 0,5	до 0,5	0.17-0.24	0.2-0.6	0,1-0,25	до 0,05	86,2 - 91,5	1,4 - 2	1,8 – 2,8	5 - 7	прочие, каждая 0,05; всего 0,1

Таблица 2 - Механические свойства сплава В95 ГОСТ 4784-97

Предел прочности при растяжении $\sigma_B$ , МПа	Предел текучести $\sigma_T$ , МПа	Относительное удлинение образца при разрыве $\delta$ , %	Твердость по Бринеллю, НВ
520	440	14	125

### 1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали

«Корпус сегмента» изготавливается из алюминиевого деформируемого сплава В95 ГОСТ 4784-97. Технологичность конструкции детали оценивают на качественном и количественном уровнях.

Деталь относится к типу корпусных, высокой степени сложности. Обработка детали ведется на фрезерном обрабатывающем центре ЧПУ с четвертой осью, в связи с высокой степени сложности обработки где необходимо выдержать геометрические размеры и параметры точности обработки и чистоты поверхностей. Все данные необходимые для изготовления данной детали находятся в рабочем чертеже детали.

В ходе анализа чертежа были рассмотрены следующие параметры детали, которые необходимо обеспечить (таблица 6):

Точность размеров: габаритные размеры детали 210x470x95- Н12 (рисунок 5); R505, R510, R517, R517,5 выполнить по Н12; выполнить 9-ть отверстий М6-6Нх6-8; выполнить 9-ть окон размером  $28,6^{+0,084} \times 28,6^{+0,084}$  с R9,5-Н12; выполнить фаску  $0,7^{+0,01}$ ; выполнить 9-ть размеров  $7,5_{-0,058} \times 12 \pm 0,1$ ; выполнить 9-ть отверстий М6-6Нх6-8, 9-ть цековок  $\varnothing 12 \times 1$ -Н12; 9-ть отверстий  $\varnothing 27,2^{+0,084}$

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		8

с Ra 1.25; выполнить 10-ть отверстий М6-6Н; выполнить 14 отверстий М6-6Нх8-10; 2-а отверстия М8-6Нх10-12; 4-ре отверстия Ø11;

8-мь отверстий М6-6Нх6-8, 8-мь цековок Ø12х1-Н12; 8-мь отверстий М3-6Нх6-8; 8-мь цековки Ø6; выполнить R552 по Н12; выполнить 9-ть граней размером 37; 9-ть групп по 4-ре отверстия М8-6Нх6-8; выполнить 4-ре паза с размером 18 и R9 глубиной 22; выполнить 9-ть отверстий Ø30<sup>+0,084</sup> с Ra 1.25; выполнить фаску Ø31 с углом 30° Ra 1.25; выполнить два отверстия М6-6Нх6-8, две цековки Ø12х1-Н12; маркировать методом гравирования глубиной 0,5-1 мм шрифтом 4-Пр3 ГОСТ 26.008-85. Надпись располагать симметрично относительно оси.

Качество поверхностей: Ra 3,2 для не указанных поверхностей, Ra 1,25 фаска Ø31 с углом 30° Ra 1.25, Ø30<sup>+0,084</sup>, Ø27,2<sup>+0,084</sup>.

Выполнить допуск соосности Ø27,2<sup>+0,084</sup> к базе Ц Ø30<sup>+0,084</sup> отклонение 0,02; 14 отверстий М6-6Нх8-10 позиционный допуск R0,1; 9-ть групп по 4-ре отверстия М8-6Нх6-8 позиционный допуск R0,1; 10-ть отверстий М6-6Н позиционный допуск R0,1; 4-ре отверстия Ø11 позиционный допуск R0,1.

Покрытие Ан. Окс. хр / - краска эпоксиполиэфирная порошковая RAL - 9006 бело-алюминиевая, кроме резьбовых отверстий и поверхности П1, П2.

Определим коэффициент точности по [2, с. 229], а результаты занесём в таблицу 3.

Коэффициент точности определим по [2, с. 229], а результаты занесём в таблицу 3.

Таблица 3 – Определение коэффициента точности

$T_i$	$n_i$	$T_i \cdot n_i$
6	92	552
12	66	792

$$\Sigma n_i = 18; \quad \Sigma T_i \cdot n_i = 1344$$

где  $T_i$  – класса точности обработки;

$n_i$  – число размеров соответствия класса точности.

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{1344}{18} = 74.66.$$

$$R_{Tч} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{74.66} = 0,986.$$

Вывод: Вывод: так как  $K_{Tч}=0,986 > 0,8$  то деталь по данному показателю технологична.

Коэффициент шероховатости определим по [2, с. 229], а результаты занесём в таблицу 4.

Таблица 4 – Определение коэффициента точности

$\Pi_i$	$n_i$	$\Pi_i \cdot n_i$
3,2	50	160

$$\sum n_i = 50; \quad \sum \Pi_i \cdot n_i = 160$$

где  $\Pi_i$  – класс шероховатости;

$n_i$  – число поверхностей соответствующего класса

$$\Pi_{cp} = \frac{\sum \Pi_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{160}{50} = 3.2$$

$$R_{\Pi} = 1 - \frac{1}{\Pi_{cp}} = 1 - \frac{1}{3.2} = 0,687.$$

Вывод: так как  $K_{\Pi}=0,367 > 0,32$  следовательно, деталь технологична.

Для определения массы детали и заготовки были использованы расчеты МХЦ в программе «Компас 3D V16.01».

Исходные данные:

- масса детали 6 кг;
- габариты детали: 470x210x95 мм;
- материал – сплав В95 ГОСТ 4784-97;
- масса заготовки 29кг.

Коэффициент использования материала:

$$K_M = \frac{m_{DET}}{m_{ЗАГ}} = \frac{6}{29} = 0,2$$

Вывод: коэффициент используемого материала равен 0,2, что является приемлемым для детали данного типа сложности.

### 1.1.3. Определение типа производства

Для определения массы детали и заготовки были использованы расчеты МХЦ в программе «Компас 3D V16.01».

Исходные данные:

- масса детали 6 кг;
- габариты детали: 470x210x95 мм;
- материал – сплав В95 ГОСТ 4784-97;
- годовое число деталей 48 шт.

Тип производства условно можно определить, руководствуясь данными из таблицы 5 [2].

Таблица 5 – Определение годового выпуска деталей

Масса детали кг	Объем годового выпуска деталей				
	Типы производства				
	единичное	Мелко-серийное	Средне-серийное	крупносерийное	массовое
<1	<10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	<10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	<10	10-500	500-35000	35000-75000	75000
<b>5,0-10</b>	<b>&lt;10</b>	<b>10-300</b>	300-25000	25000-50000	50000
>10	<10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

По таблице 5 определяем тип производства исходя из исходных данных, получаем мелкосерийное производство.

Согласно данной таблице и заданному числу выпускаемых деталей определяем тип производства как мелкосерийное.

## 1.2. Разработка технологического процесса обработки детали

### 1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления

Для изготовления деталей машиностроительные предприятия используют различные виды проката черных и цветных металлов, стальные слитки, чугун, алюминий, порошковые металлургические материалы и пр. При избранном конструктором материале детали возможны различные пути превращения полуфабриката в готовую деталь. Чем короче будет путь такого превращения, тем более экономичным оказывается технологический процесс изготовления детали.

Если для изготовления детали нельзя подобрать полуфабрикат, который сразу можно превратить в готовую деталь, то приходится сначала превращать полуфабрикат в заготовку, а затем – заготовку в готовую деталь. В таких случаях приходится выбирать полуфабрикат, обеспечивающий экономичное получение заготовки, и изыскать способ получения заготовки, позволяющий превратить ее в деталь с наименьшими затратами труда и материала.

В современном машиностроении для получения заготовок деталей используют разнообразные технологические процессы:

- резка;
- комбинированные способы штамповки – сварки, литья – сварки;
- порошковая металлургия и пр.

Главными факторами, от которых зависит выбор технологического процесса получения заготовки, являются следующие:

- конструктивные формы готовой детали;
- материал, из которого должна быть изготовлена деталь.

Учитывая заданный материал – сплав В95, требуемой точностью изготовления заготовки - для данной детали «Корпус сегмента» был выбран способ получения заготовки – гидроабразивная резка материала из листового проката.

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		12

Гидроабразивная струя по своим физическим характеристикам представляет собой идеальный режущий инструмент, не имеющий износа. Диаметр струи может составлять 0,5 – 1,5 мм (в зависимости от типа используемых дюз и смешивающих трубок), благодаря чему отход обрабатываемого материала минимален, рез можно начинать в любой точке по контуру любой сложности.

Отсутствие теплового и механического (деформирующего) воздействия – еще одно преимущество гидроабразивной резки, благодаря которому исходные физико-механические характеристики обрабатываемого материала остаются без изменений. Процесс гидроабразивной резки экологически чист и абсолютно пожаробезопасен, поскольку полностью исключена вероятность горения / плавления материала и образования вредных испарений.

Диапазон обрабатываемых толщин – 0,1 мм – 300 мм и выше.

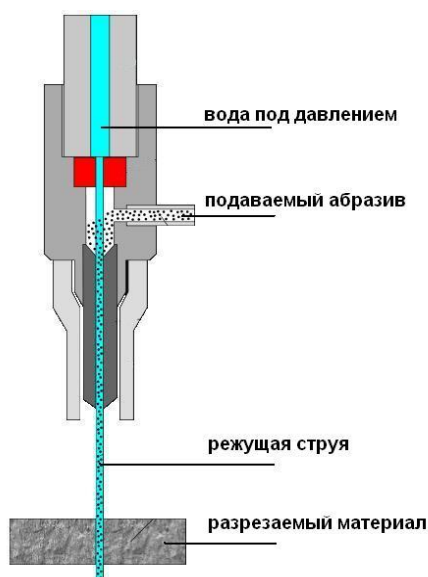


Рисунок 3 – Схема гидроабразивной резки

По форме и конфигурации заготовка будет напоминать прямоугольник 480x220xh100. Масса заготовки – 29 кг. В качестве материала заготовки используется листовой прокат из алюминиевого сплава В95 толщиной 100 мм.

### 1.2.2. Выбор технологических баз

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность линейных размеров относительно положения поверхностей, получаемых в процессе обработки, выбор режущих и измерительных инструментов, станочных приспособлений, производительность обработки [8 с. 66].

Выбор технологической базы для конкретной операции вытекает из требований чертежа и технических условий на изготовлении детали [8].

В нашем случае, основными базами являются поверхности А и Б (рис. 4).

На первой операции в качестве базы применим чёрные необработанные поверхности – "черновые базы". Черновая база должна обеспечивать при закреплении устойчивое положение детали при отсутствии её деформации. В связи с тем, что точность необработанных поверхностей, применяемых в качестве черновых баз, всегда ниже точности обработанных поверхностей, а шероховатость выше шероховатости обработанных поверхностей, "черновая база" используется при обработке заготовки только один раз при выполнении первой операции. При всех последующих операциях используют уже обработанные поверхности.

В качестве технологической базы используется плоскость 480х220 (поверхность А) лишаящая 3-х степеней свободы, 100х480 (поверхность Б) лишаящая 2-х степеней свободы и 100х220 (поверхность В) лишает деталь одной степени свободы. Такой вариант размещения баз наиболее эффективен, т.к. обеспечивается жесткое закрепление детали в приспособлении, совмещение конструкторской и технологической базы, что позволит с наименьшей погрешностью выполнить обработку детали.

Принцип постоянства баз, когда на большинстве технологических операций используются одни и те же технологические базы поверхности А, Б и В.

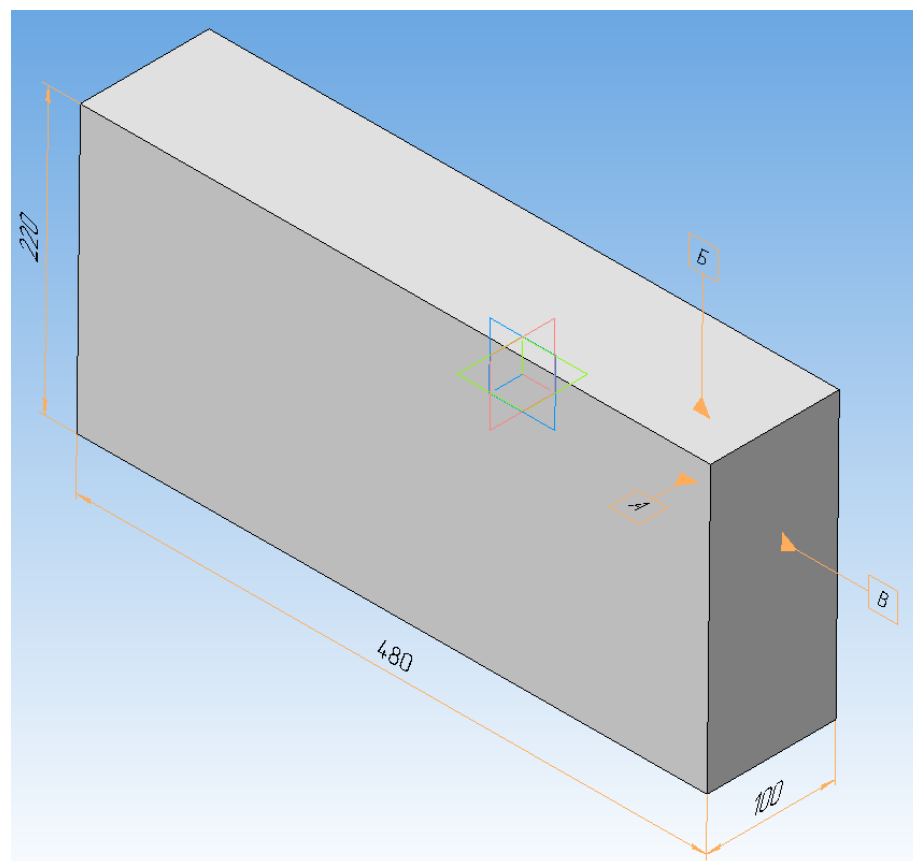


Рисунок 4 – Схема базирования заготовки

### 1.2.3. Составление технологического маршрута обработки детали

Технологический процесс изготовления детали должен соответствовать программе выпуска, типу производства и его организационно - техническим характеристикам, которые были определены выше.

Разрабатываемый технологический процесс должен быть прогрессивным и обеспечивать выполнение всех требований чертежа и технических условий, повышение производительности труда и качества изделий, сокращение трудовых и материальных затрат на его реализацию.

Обрабатываемые поверхности пронумеруем все поверхности детали (Приложение А).

На начальном этапе разработки технологического процесса механической обработки необходимо определить маршрут механической обработки поверхностей детали. Маршрут обработки изобразим в виде таблицы 6:



Таблица 6 – Разработка последовательности маршрута обработки поверхностей (МОП)

№ поверхности	Вид поверхности	Квалитет	Шероховатость	МОП в М.К.	МОП	
					Квалитет	Шер-ть
1	2	3	4	5	6	7
1, 2, 9, 10, 6, 3, 5, 7, 4, 42, 41, 39, 11, 12, 8, 13, 22, 45, 17, 15, 16, 18, 14, 22, 23, 40	Поверхность	H12, h12, $\pm \frac{IT12}{2}$	3,2	Фрезерование черновое чистовое	12...12	1,6...3,2
26, 49, 47, 30, 29, 31, 33, 27, 32, 34, 48, 50, 20, 19, 43, 46, 28, 24, 35, 36, 37, 38,	Отверстие	H12, h12	3,2	Сверление	6...8	1,6...2,5
27, 32, 34, 30, 50, 48, 25,	Отверстие	H12, h12	3,2	Цекование	12...12	1,6...3,2
46, 36, 37, 35, 28, 26, 33, 31, 29, 49, 47	Отверстие резьбовое	6H - 7H	3,2	Нарезание резьбы	6H...8H	1,6...3,2
19, 20, 43, 44, 45, 21,	Отверстие	H12, h12	3,2	Растачивание	12...12	1,6...3,2

#### 1.2.4. Выбор средств технологического оснащения

##### 1.2.4.1. Выбор и описание оборудования

В связи с уменьшением затрат на поставку деталей со сторонних организаций было принято решение, о начале производства изготовления изделий цеховыми силами с повышением качества и количества деталей. На предприятии программа выпуска деталей «Корпус сегмента» предлагается использовать обрабатывающий фрезерный центр с ЧПУ, что позволит предприятию увеличить годовой выпуск изделия.

Выбор типа станка обоснован спецификой работы предприятия. В дипломном проекте предлагается использовать обрабатывающий центр с ЧПУ модели DANLİN MCV-720 (про-во Тайвань).

Модели обрабатывающих центров колонного типа MCV-720...MCV-1200 производства ДАНЛИН - самые популярные по статистике продаж как в мире, так и в России. Станки разработаны для высокоскоростной обработки деталей типа пресс-форм, штампов и других деталей общего машиностроения. Широкий выбор типа и характеристик привода шпинделя, элементов дополнительного оснащения позволяет комплектовать станок, в полной мере отвечающий потребностям конкретного производства. Возможность установки наклонно-поворотных столов (4-5 ось) позволяет значительно расширить технологические возможности обработки.

Модели MCV-1250...MCV-2600 предназначены для обработки средних и крупных деталей как на достаточно жестких режимах резания, так и для чистовой обработки, сочетая в своей конструкции оптимальные показатели мощности главного привода, высокую жесткость и точность. Это достигается применением двухступенчатого редуктора в приводе шпинделя, направляющих скольжения большой площади охвата по всем координатам, станины высокой жесткости, рассчитанной с использованием метода конечных элементов.

Таблица 7 - Характеристики ОЦ ДАНЛИН MCV-720

Перемещения по X, Y, Z	720 х 460 х 510 мм
<b>Рабочий шпиндель</b>	
Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин	8000 (10000 / 12000 / 15000)
8000 об/мин, ISO/BT 40	7,5/11 кВт
<b>Инструментальный магазин</b>	
Время смены инструмента	2,1с
Кол-во позиций в автоматическом сменщике инструмента	16
Максим. диаметр и длина инструмента мм	90 х 250
Максимальная масса инструмента	6 кг

Окончание таблицы 7 - Характеристики ОЦ DAHLIN MCV-720

<b>Рабочие перемещения</b>	
Максимальная скорость холостых подач, м/мин	25,4
Максимальные рабочие подачи по осям, м/мин	12,7
<b>Рабочий стол</b>	
Рабочая площадь	950 x 560 мм
Макс. Нагрузка	500 кг
Т – образные пазы	18 x 3
<b>Инструментальный магазин</b>	
ISO/BT 40	16/40 ячеек
<b>Система ЧПУ</b>	
Fanuc	18i-MD

На рисунке 5 показан ОЦ DAHLIN MCV-720.



Рисунок 5 Обрабатывающий центр DAHLIN MCV-720

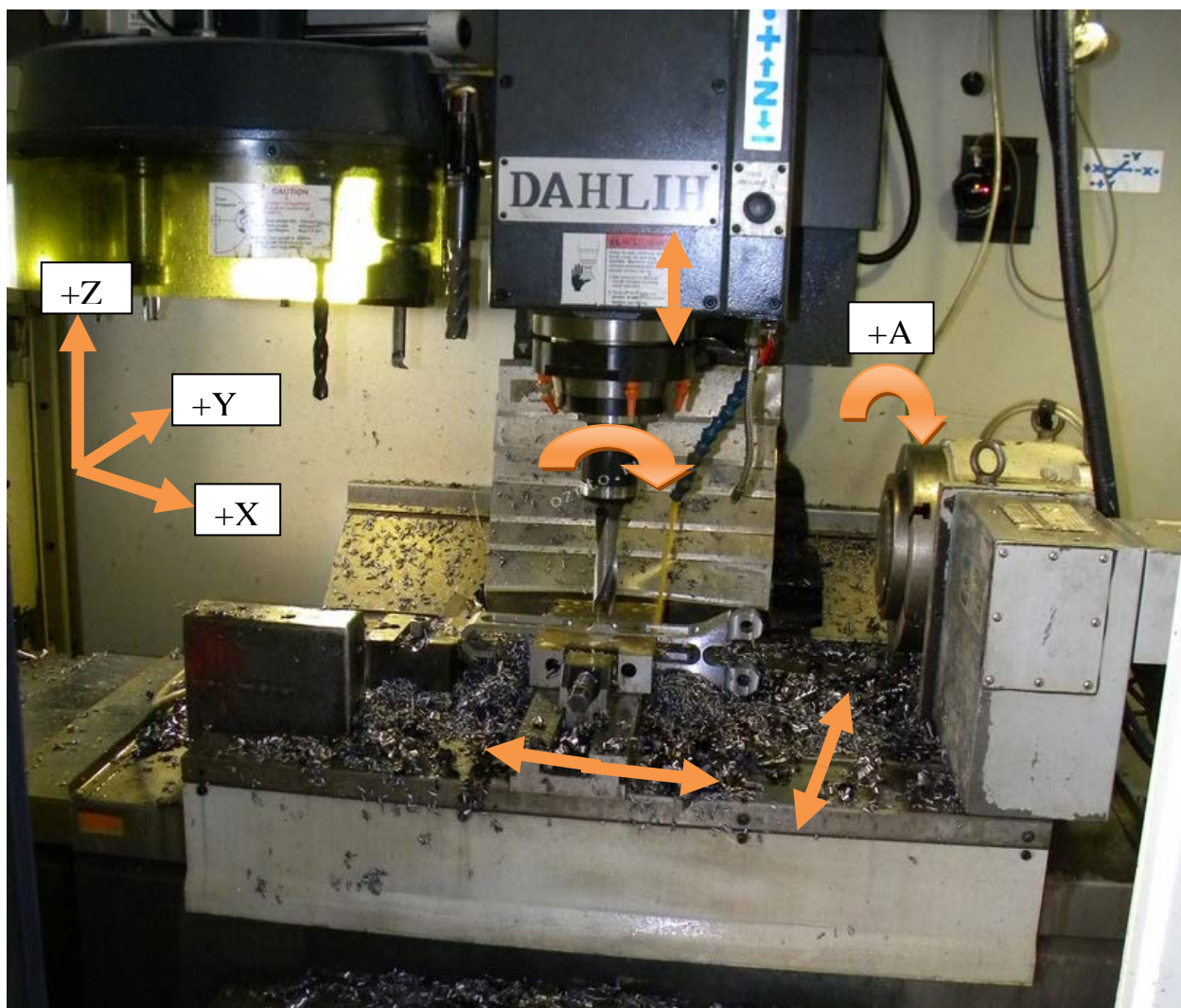

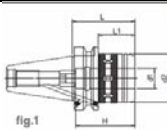

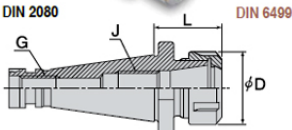

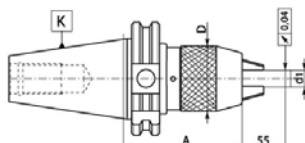



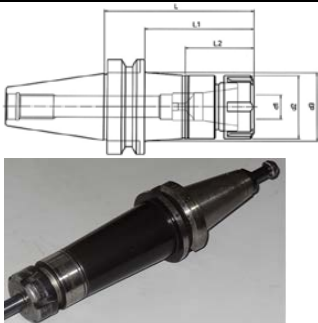
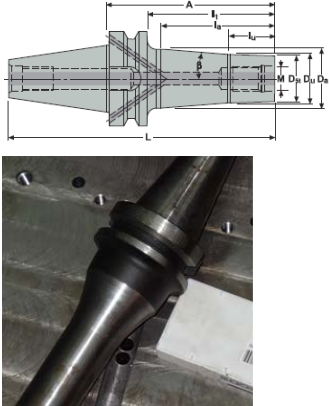
Рисунок 6 – Обработывающий центр ОЦ DAHLIN MCV-720 на предприятии

## 1.2.4.2. Выбор и описание металлорежущего инструмента

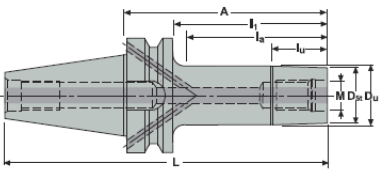

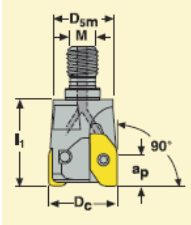



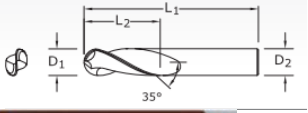

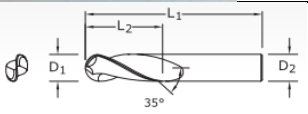

Таблица 8 – Металлорежущий инструмент и оснастка

		2			3
п/п	Чистовые расточные головки Kaiser (Германия) [3]		EWN 2-50XL x CK6 ID № 112.108		
Технические данные:					
1.	Диапазон растачивания		Ø 2-54/ 80-152 мм		
	Диаметр отверстия под державку:		Ø 16мм		
	Точность регулировки		1 DIV =0,005 мм Ø, с нониусом 0,001 мм		
2.	D'Andrea (Италия) MAS403 BT40-AD+B MF20.100 [4]		71MBT-B40MF2010		
			d1=20 d2=48 H=63 L=100 L1=73		
 					
3.	ТаeguTec (Корея) [5]				
	Обозначение	Диаметр	Размеры		
			(мм)		
					J
	DIN208	1 - 0 2			M
0 40	ER 25		16	2	16 × 1.5
X 50					16
 					
4.	Bison-Bial (США) Патрон сверлильный 7655-40-13-87. [6]				
	Код	K7:24	d1		
	8000□2390	40	2011-01-13	87	50
 					

Продолжение таблицы 8 - Металлорежущий инструмент и оснастка

	Обозначение	D нарезания резьбы	K*	L	F	F1	l				
	6162-4002-01	M3...M12	40	178	155	85	19				
	Обозначение	Хвостовк	D	d	l	d1x	D нарезаемых резьб Метрической, Мм				
	6251-4002M -03	ГОСТ 3266-81	38	19	41	6,3x5,0	M6/M8				
	MONOd' (Италия) Патроны цанговые MAS 403 BT40 ER - DIN 6499 [4]										
	код	ТИП	d1	d2	d3	L	L1	L2			
	MAS403 BT40 ER25.160	ER25	1- 16	42	49.5	60	133	46			
	Seco (Швеция) оправка Combimaster тип 5820 BT40 JIS [8]										
	Конус		BT40 ADB								
	Размер соедин. резьбы		M16								
	Обозначение		E3414 5820 16185								
	A		185								
	L		250,4								
	l1		1 □ 8								
	la		150								
	Da		50								
	lu		35								
	Du		31,7								
	M		16								
	Dst		30								

Продолжение таблицы 8 - Металлорежущий инструмент и оснастка

1	2		3
7.	Seco (Швеция) оправка Combimaster тип 5821 BT40 JIS [8]		 
	К $\square$ нус	BT40 ADB	
	Размер соедин. резьбы	M16	
	Обозначение	E3414 5821 16135	
	A	135	
	L	203,4	
	l1	116	
	la	100	
	Da	30,5	
	lu	30	
	Du	30,5	
	M	16	
	Dst	30	
8.	Seco (Швеция) Фреза для объемного фрезерования [8] R218.97-1632.RE-X12.2A	Dc=32 D5m=30 l1=40 M=M16 ap= 7.5 Z= 2  	
	Пластина для черновой обработки алюминиевых сплавов VPGX 220605ER-E10, H25	 = XP..12	
9.	SGS 44578 (USA) Фреза радиусная концевая [9] SER 47M8 16MM S-CARB 2FL BALL END	d1=Ø16 d2=Ø16 l1=92 l2=32	 
	SGS 44573 (USA) Фреза радиусная концевая SER 47M8 6MM S-CARB 2FL BALL END [9]	d1=Ø6 d2=Ø6 l1=57 l2=13	
10.	SGS 44573 (USA) Фреза радиусная концевая SER 47M8 6MM S-CARB 2FL BALL END [9]	d1=Ø6 d2=Ø6 l1=57 l2=13	 

Изм.	Лист	№ докум.	№	Дата

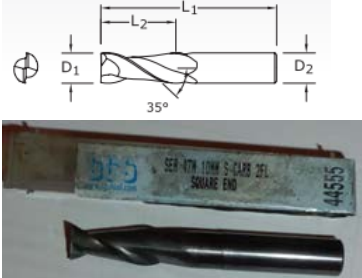
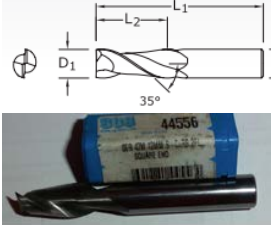
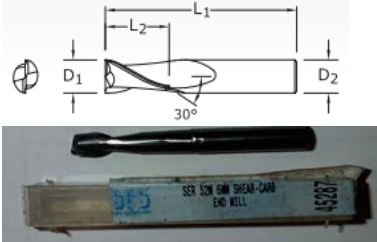
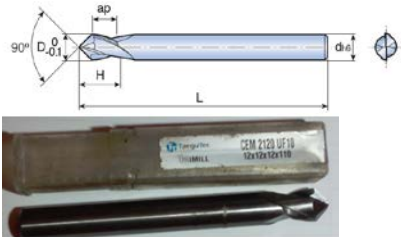

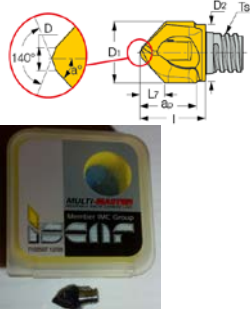
ДП 44.03.04.141 ПЗ

Лист

22



Продолжение таблицы 8 - Металлорежущий инструмент и оснастка

1	2	3	4
11.	SGS 44555 (USA) Фреза шпоночная SER 47M8 10MM S-CARB 2FL SQUARE END [9]	d1=Ø10 d2=Ø10 l1=72 l2=22	
12.	SGS 44556 (USA) Фреза шпоночная SER 47M8 12MM S-CARB 2FL SQUARE END [9]	d1=Ø12 d2=Ø12 l1=83 l2=26	
13.	SGS 45287 (USA) Фреза концевая SER 52M 6MM SHEAR-CARB END MILL [9]	d1=Ø6 d2=Ø6 l1=57 l2=10	
14.	TaeguTec (Korea) Фреза для снятия фасок под 90° CEM 2120 UF10 12x12x12x110 UNIMILL [5]	D=Ø12 Dh6=Ø6 H=18 ap=12 L=110	
15.	Garant (Германия) Фреза концевая 3-х перьевая 202248 16 [10]	D=Ø16 D4=Ø15 L=92 Ls=36	
16.	ИТА (Израиль) Фреза для снятия фасок под 60° MM HCD100-060-2T06 [11]	D1=Ø10 D2=Ø9,6 Ts=0,6 l=11.75 L7=7.6 ap=9.3 a°= 30°	

Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.141 ПЗ

Лист

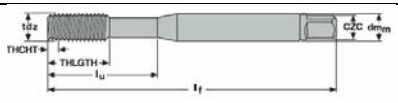
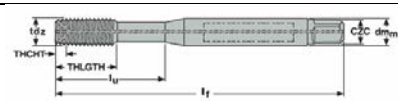
23



# Продолжение таблицы 8 - Металлорежущий инструмент и оснастка

17.	<p>Обозначение цельных твердосплавных сверл компании Seco (Швеция) [8]</p> <p>Тип сверла Цельные тв. спл. сверла: SD205: ~5 x D</p> <p>Диаметр сверла</p> <p>Диаметр хвостовика</p> <p>Правое вращение</p> <p><b>SD205 A - 9.5 - 45 - 10 R 1</b></p> <p>Внутренняя подача СОЖ.</p> <p>Глубина сверления</p> <p>Тип хвостовика1. Цилиндрический</p>		
18.	<p>Dc=Ø2.1</p> <p>SD205A-2.5-12-4R1</p>	<p>l2=46</p> <p>l1=18</p> <p>lc=28</p> <p>l4=12 mm</p> <p>l6=15</p> <p>dm<sub>m</sub>=4</p>	
19.	<p>Dc=Ø4.2</p> <p>SD205A-4.2-27-6R1</p>	<p>l2=74</p> <p>l1=38</p> <p>lc=36</p> <p>l4=25 mm</p> <p>l6=34</p> <p>dm<sub>m</sub>=6</p>	
20.	<p>Dc=Ø5</p> <p>SD205A-5.0-32-6R1</p>	<p>l2=82</p> <p>l1=46</p> <p>lc=36</p> <p>l4=32 mm</p> <p>l6=44</p> <p>dm<sub>m</sub>=6</p>	
21.	<p>Dc=Ø6.8</p> <p>SD205A-6.8-40-8R1</p>	<p>l2=91</p> <p>l1=55</p> <p>lc=36</p> <p>l4=40 mm</p> <p>l6=53</p> <p>dm<sub>m</sub>=8</p>	
22.	<p>Dc=Ø7.5</p> <p>SD205A-7.5-40-8R1</p>	<p>l2=91</p> <p>l1=55</p> <p>lc=36</p> <p>l4=40 mm</p> <p>l6=53</p> <p>dm<sub>m</sub>=8</p>	
23.	<p>Dc=Ø10.2</p> <p>SD205A-10.2-48-12R1</p>	<p>l2=118</p> <p>l1=73</p> <p>lc=45</p> <p>l4=48 mm</p> <p>l6=71</p> <p>dm<sub>m</sub>=12</p>	

Продолжение таблицы 8 - Металлорежущий инструмент и оснастка

24.	Dc=Ø11 SD205A-11.0-56-12R1	l2=118 l1=73 lc=45 l4=56 mm l6=71 dm <sub>m</sub> =12	
25.	Dc=Ø13 SD205A-13.0-56-14R1	l2=124 l1=79 lc=45 l4=56 mm l6=77 dm <sub>m</sub> =14	
26.	Накатники Seco (Швеция) [8]		
27.	MF- M3X0.50ISO6HX-XE-V053	lu = 18 dm <sub>m</sub> =3.5 THLGTH=9 lf=56 CZC 3.50X2.70 tdz=M3 H <sub>ar</sub> = 0,5	
28.	MF- M5X0.80ISO6HX-XC-V060-A	lu = 21 dm <sub>m</sub> =6 THLGTH=13 lf=70 CZC 6,00X4.90 tdz=M5 H <sub>ar</sub> = 0,8	
29.	MF- M6X1.00ISO6HX-XC-V060-A	lu = 26 dm <sub>m</sub> =6 THLGTH=15 lf=80 CZC 6,00X4.90 tdz=M6 H <sub>ar</sub> = 1	
30.	MF- M8X1.25ISO6HX-XC-V060-A	lu = 30 dm <sub>m</sub> =8 THLGTH=18 lf=90 CZC 8.00X6.20 tdz=M8 H <sub>ar</sub> = 1,25	
31.	MF- M12X1.75ISO6HX-XC-V060-A	lu = 83 dm <sub>m</sub> =9 THLGTH=23 lf=110 CZC 9.00X7.00 tdz=M12 H <sub>ar</sub> = 1,75	

32. Контактный датчик TS27R для наладки инструмента [12]

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ИНТЕРФЕЙСНЫЕ БЛОКИ

Контактный датчик TS27R

Установка диаметра. Вращать инструмент в обратном направлении

ЧПУ станка

Интерфейсный блок MI 8-4

Интерфейсный блок HSI

1. Щуп

2. Держатель щупа для круглых или квадратных щупов

3. Невыпадающее соединение

4. Слабое звено

5. Передняя крышка

6. Крепежные винты основания датчика

7. Выставление щупа по уровню – регулировочные винты

8. Прокладка

9. Выставление осей квадратного щупа – регулировочные винты

10. Выставление осей квадратного щупа – стопорные винты

11. Фитинг кабелепровода

Т-образный паз стола станка

#### 1.2.4.3 Выбор и описание технологической оснастки

Для изготовления данной детали необходимо изготовить приспособление для установки детали в четвертой оси станка, которая даст возможности обработать все внутренние поверхности и полости детали, выполняя все необходимые требования чертежа не меняя технологических и конструкторских баз (рисунок 7-8). Это же приспособление с небольшими изменениями (рисунок 6), позволяет установить деталь уже на обработанные чистовые поверхности и используется для обработки всех наружных поверхностей.



Рисунок 7 – Приспособление для обработки внутренних поверхностей



Рисунок 8 – Приспособление для обработки наружных поверхностей

### 1.3. Технологические расчеты

#### 1.3.1. Расчет припусков

Проведем сравнение между способами резки материалов:

- Гидроабразивная резка материалов;
- Лазерная резка материалов;
- Плазменно-дуговая резка материалов.

Таблица 9 - Технические возможности резки

Материал	Толщина, мм	Лазерная резка	Гидроабразивная резка	Плазменная резка
Алюминий	0,5-4	+	+	-
	4-10	-	+	+
	11-200	-	+	До 120 мм

Таблица 10 - Технические характеристики

1	2	3	4
Характеристика	Лазерная резка	Плазменная резка	Гидроабразивная резка
Точность реза, мм	Как правило $\pm 0,05$ мм (0,2 - 0,375 мм)	Зависит от степени износа расходных материалов $\pm 0,1$ - $\pm 0,5$ мм	0,1 мм
Ширина реза, мм	0,2-1	2-7	0,8-1
Диаметр отверстия при врезании, мм	равен толщине материала	в 1,5 раза превышает толщину материала	1

### Окончание таблицы 10 - Технические характеристики

Типичная область применения	почти любые материалы, кроме отражающих и светопроводящих материалов	металлы и другие электропроводные материалы (плазменно-дуговая резка);	любые материалы в листах
Термическое воздействие	Значительное	Значительное	Отсутствует
Коробление / деформация	да	да	нет
Образование заусенцев	да	да	минималън.
Необходимость доработки	да	высокая	минималън.
Потеря материала	небольшая	высокая	минималън.
Допуски	0,1 мм	0,2–0,5 мм	0,1–0,3 мм
Толщина материала	25 мм	80 мм	300 мм
Неметаллические материалы	да	нет	да
Композитные материалы	нет	нет	да
Грат	Незначительный	Значительный	Отсутствует
Конусность	Менее 1°	3° - 10°	Менее 1°

Из имеющихся видов резки материалов было принято решение способ получения заготовки из листового проката, получение с помощью гидроабразивной резки материала, заготовки. Исходя из этого были приняты следующие допуски заготовки 220x480x100.

#### 1.3.2. Расчет (назначение) режимов резания

Рассмотрим подбор режимов резания для инструмента фирм SGS и Seco из каталогов.

Группы обрабатываемых материалов

**ISO P** Сталь

**ISO M** Нержавеющая сталь

**ISO K** Чугун

**ISO S** HRSA и титан

**ISO H** Закалённая сталь

**ISO N** – Цветные металлы. Алюминий, медь, латунь и другие цветные металлы гораздо мягче черных. Алюминий с 13% содержанием кремния является очень абразивным материалом. В общем цветные металлы обрабатывают инструментом с острыми режущими кромками с высокой скоростью резания и продолжительным периодом стойкости.

В нашем случае обрабатываемый материал алюминиевый деформируемый сплав В95 ГОСТ 4784-97.

#### Выбор режимов резания

На режущий инструмент фирма изготовитель предоставляет рекомендации по его использованию. Рекомендации могут быть как краткими, так и подробными.

Мы пользуемся метрической системой. В обработке резанием приняты следующие единицы измерения:

Частота вращения шпинделя, заготовки, инструмента - об/мин., кроме шлифовки - м/сек (дабы не плодить ноли.);

Скорость резания - м/мин;

Подача на зуб - мм;

Подача на борот - мм/об;

Подача минутная - мм/мин;

Заводы изготовители оборудования и инструмента, выдавая рекомендации по применению и эксплуатации своей продукции, придерживаются этих единиц измерения.

Общие рекомендации по режимам резания, при фрезеровании (от фирмы SGS).

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		

Таблица 11 – Режимы резания для инструмента фирмы Seco

Материал	Скорость (м/мин)				Диаметр инструмента				
	Без покрытия	Ti-NAMITE	Ti-NAMITE-C	Ti-NAMITE-A	1-3 мм	3,5-5 мм	6-9 мм	10-14 мм	16-25 мм
					Подача (ММ/ЗУБ)				
Алюминий	350	350	350	350	0,018-0,020	0,024-0,040	0,045-0,070	0,080-0,120	0,150-0,250

Скорость резания - это длина пути (в м), которую проходит за 1 минуту наиболее удалённая от оси вращения режущая кромка инструмента. Скорость резания легко определить, зная диаметр инструмента и частоту её вращения (число оборотов в минуту). За один оборот инструмента режущая кромка зуба пройдет путь, равный длине окружности:

$$l = \pi \cdot D,$$

где: D - диаметр фрезы, мм;

l - путь режущей кромки за один оборот инструмента;

А умножив длину окружности на обороты шпинделя, получим скорость резания.

Скорость резания:

$$V = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$V = \frac{D \times n}{318}$$

а(м/мин) или сокращенную

где: n - частота вращения фрезы, (об/мин);

1000 - переводной коэффициент (м/мм).

Если требуется определить необходимую частоту вращения инструмента при заданной скорости резания, в этом случае используют формулу:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}$$

(об/мин) или сокращенную

$$n = \frac{318 \times V}{D}$$

.

Для режущего инструмента фирмы Seco используем также электронный каталог, из таблицы 12 выбираем

SMG = Группа материалов Seco

$f = \text{мм/об}$

$v_c = \text{м/мин}$

Для всех режимов резания приведены начальные значения

Таблица 12 – Режимы резания для инструмента фирмы SMG

SMG	f						$v_c$
	Ø10,00	Ø12,0	Ø14,	Ø16,0	Ø18,0	Ø20,0	
		0	00	0	0	0	
N1	0,38	0,42	0,46	0,50	0,55	0,55	350

Аналогично подбираем режимы резания для остального инструмента.

Таблица 13 - Сводная таблица режимов резания комплексная с ЧПУ  
[18]

Операция 005 – Комплексная с ЧПУ					
1	2	3	4	5	6
переход	Режущий инструмент	t, мм	fn мм/об	$V_c$ , м/мин	n об/мин
1	Фреза для объемного фрезерования R218.97-1632.RE-X12.2A Пластина для черновой обработки алюминиевых сплавов VPGX 220605ER-E10, H25 [8]	7		860	2956
2 и 3 4 и 5	SGS 44555 (USA) Фреза шпоночная SER 47M8 10MM S-CARB 2FL SQUARE END [9]	5	0.08- 0.120	350	8000



Продолжение таблицы 13 - Сводная таблица режимов резания  
комплексная с ЧПУ [18]

2 и 3	SGS 45287 (USA) Фреза концевая SER 52M 6MM SHEAR-CARB END MILL [9]	3	0.045- 0.070	350	5000
2 и 3	SGS 44573 (USA) Фреза радиусная концевая SER 47M8 6MM S-CARB 2FL BALL END [9]		0.045- 0.070	350	7000
2 и 3	SGS 44578 (USA) Фреза радиусная концевая SER 47M8 16MM S-CARB 2FL BALL END [9]	3	0.15- 0.25	350	2600
3,4,5, 6,7,8	TaeguTec (Korea) Фреза для снятия фасок под 90° CEM 2120 UF10 12x12x12x110 UNIMILL [5]		0,04- 0,08	40-80	5000
10,11, 12,13	ИТА (Израиль) Фреза для снятия фасок под 60° MM HCD100-060-2T06 [11]		0,04- 0,08	40-80	5000
10,11, 12,13	Сверло Seco Dc=Ø2.5 SD205A-2.5-12-4R1 [8]	1,25	0,13		350
3,4,5, 6,7,8	Сверло Seco Dc=Ø4.2 SD205A-4.2-27-6R1 [8]	2,1	0,19		350
6,7,8,9	Сверло Seco Dc=Ø5 SD205A-5.0-32-6R1 [8]	2,5	0,22		350
14,15, 16,17	Сверло Seco Dc=Ø6.8 SD205A-6.8-40-8R1 [8]	3,4	0,26		350
14 и 15	Сверло Seco Dc=Ø7.5 SD205A-7.5-40-8R1 [8]	4,25	0,26		350
14,15, 16,17	Сверло Seco Dc=Ø11 SD205A-11.0-56-12R1 [8]	5,5	0,38		350
4 и 5	Сверло Seco Dc=Ø13 SD205A-13.0-56-14R1 [8]	6,5	0,42		350

Окончание таблицы 13 - Сводная таблица режимов резания  
комплексная с ЧПУ [18]

10,11	Метчик Seco MF- M3X0.50ISO6HX- XE-V053 [8]	0,5	130	55	140
6,7,8,9	Метчик Seco MF- M5X0.80ISO6HX- XC-V060-A [8]	0,8	180	55	150
3,4,5, 6,7,8	Метчик Seco MF- M6X1.00ISO6HX- XC-V060-A [8]	1	220	55	200
14,15, 16,17	Метчик Seco MF- M8X1.25ISO6HX- XC-V060-A [8]	1,25	250	55	200

#### 1.4. Расчет сил зажима детали

Деталь зажимается в специальном приспособлении. Определим силу зажима детали на операции 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ, установ А, переход 1 (фрезерование внутренней поверхности).

##### *Базирование детали.*

В нашем случае черновыми базами будет поверхность «А», торец «Б» и торец «В». Поверхность «А» лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), торец «Б» – 2-х степеней свободы (двух перемещений), торец «В» - 1 степени свободы. Таким образом, базирование полное.

Схема базирования представлена на рисунке 9.

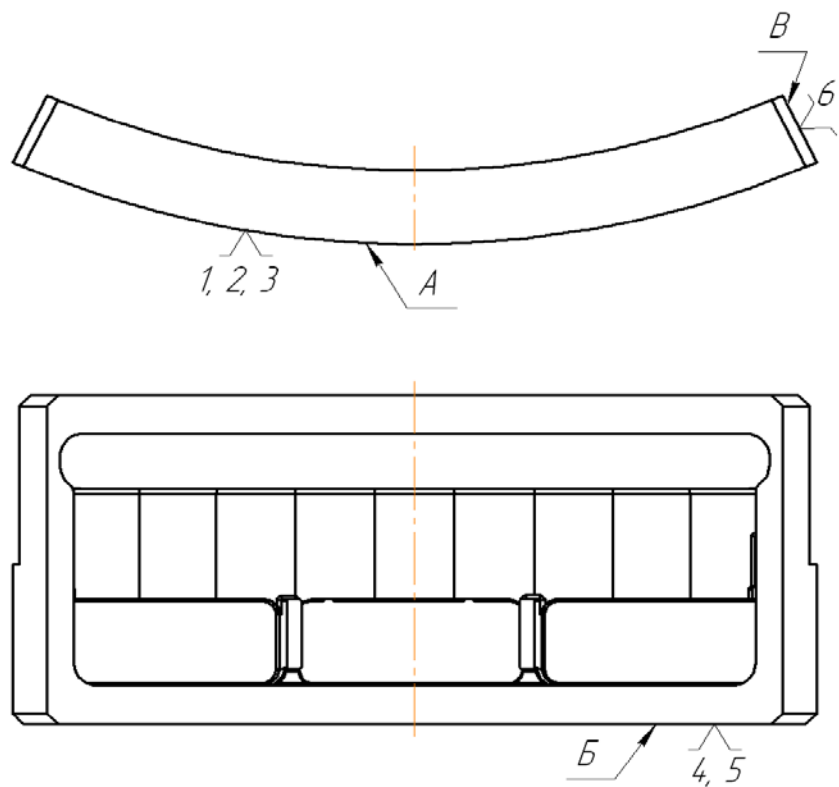


Рисунок 9 – Базирование детали

Рассчитаем самую большую силу резания по [11, с. 282]:

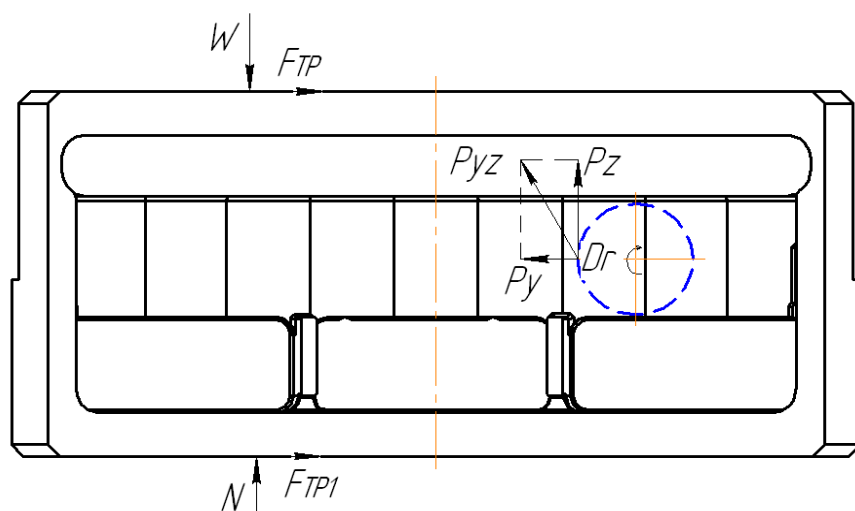


Рисунок 10 – Графическая модель равновесия заготовки

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP},$$

где  $K_p = 1,5$  [11, с. 265 табл. 10].

Коэффициент  $C_p$  и показатели степеней определим по [11, с. 294 табл. 41]:

- для силы  $P_z$ :  $C_p=825$ ,  $x=1$ ,  $y=0,75$ ,  $u=1,1$ ,  $q=1,3$ ,  $w=0,2$ .

Тогда:

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 3^1 \cdot 0,18^{0,75} \cdot 32^{1,1} \cdot 2}{32^{1,3} \cdot 1900^{0,2}} \cdot 1,5 \cdot 0,25 = 567 H$$

$$P_y = 0,35 \cdot P_z = 0,35 \cdot 567 = 198 H$$

$$P_{yz} = \sqrt{P_z^2 + P_y^2} = \sqrt{567^2 + 198^2} = 601 H$$

*Расчет коэффициента запаса сил резания.*

При расчете сил зажима заготовки силы и моменты сил резания увеличивают в несколько раз, вводя в формулы коэффициент запаса  $K$ . Это повышает надежность закрепления заготовки. Коэффициент определяют по формуле [4, с. 382...384]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

где  $K_0$  - коэффициент гарантированного запаса,  $K_0 = 1,5$ ;

$K_1$  - коэффициент, повышающий силы резания при черновой обработке, примем  $K_1 = 1,2$ ;

$K_2$  - коэффициент, повышающий силы резания при работе затупленным инструментом, примем  $K_2 = 1$ ;

$K_3$  - коэффициент, который учитывает увеличение сил при прерывистом резании, примем  $K_3 = 1$ ;

$K_4$  - характеризует непостоянство силы закрепления в механизмах с ручным приводом, примем  $K_4 = 1$  для приспособления с гидроприводом;

$K_5$  - учитывает непостоянство силы закрепления при неудобном расположении рукоятки, при отсутствии рукоятки примем  $K_5 = 1$ ;

$K_6$  - коэффициент, который отличен от единицы, если на заготовку действуют неучтенные вращающие моменты, здесь  $K_6 = 1,2$ .

Подставим значения коэффициентов в формулу:

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2,16.$$

*Расчет требуемых сил зажима.*

Найдем величину сил зажима из условия, что заготовка сохраняет неподвижное состояние под действием сил зажима, реакций опор и сил резания. На рисунке 11 представлена графическая модель равновесия заготовки.

Для сохранения равновесия должны соблюдаться условия:

$$P_Y \leq F_{TP} + F_{TP1} \text{ или}$$

$$k \cdot P_Y = 2 \cdot F_{TP}$$

$$F_{TP} = f \cdot W$$

$$N = W - P_Z$$

Тогда:

$$k \cdot P_Y = f \cdot W + f \cdot W - f \cdot P_Z, \text{ откуда } W = \frac{k \cdot P_Y + f \cdot P_Z}{2 \cdot f}$$

где  $f$  – коэффициент трения, примем  $f=0,25$ .

Тогда:

$$W = \frac{2,16 \cdot 198 + 0,25 \cdot 567}{2 \cdot 0,25} = 1139 \text{ Н}$$

Чтоб обеспечить неподвижность заготовки в специальном приспособлении, её необходимо зажать динамометрическим ключом с цифровой индикацией (рис. 11) создаваемого усилия одной силой  $W = 1139 \text{ Н}$ .



Рисунок 11 - Ключ динамометрический с цифровой индикацией создаваемого усилия

Позволяют с большой точностью контролировать усилие затяжки элементов (до десятых, и даже сотых Нм), что особо важно при монтаже электроники и выполнении ремонта автомобильных узлов.

Эффективно предохраняют от случайного приложения излишнего крутящего момента в сочетании с возможностью постоянного контроля величины прикладываемого усилия на индикаторе.

#### 1.5. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали

В данной главе разработан фрагмент управляющей программы для обработки детали «Корпус сегмента» на 4-осевом обрабатывающем центре DAHLIN MCV-720. Станок оснащен числовым программным управлением FANUC 18i – MB.

### 1.5.1. Описание и основные функции программного управления станка FANUC 18i – MB

Станок изготовлен в соответствии с общепринятыми правилами и нормами безопасности.

Обязательным требованием является знание техническим персоналом правил эксплуатации обрабатывающих станков.

Требования к технике безопасности:

- Перед началом работы проверяется правильность всех защитных устройств;
- Пред началом выполнением программы необходимо провести самодиагностику системы;
- В процессе работы станка не допускается проникновение в зону обработки;
- При техобслуживании станка выключатель должен быть заблокирован;
- Защитные устройства станка можно снимать в целях ремонта или техобслуживания.

#### *Панель управления и клавиатура*

Система ЧПУ FANUC 18i – MB - это универсальная система управления компании FANUC с возможностью программирования непосредственно на станке. Данная система с ЧПУ представляет собой оптимизированную систему управления перемещением по траектории, коротким временем обработки кадра и специальными стратегиями регулирования. Встроенное цифровое управление приводами с интегрированным преобразователем, и цифровая архитектура обеспечивают высокую скорость обработки при высочайшей точности контура, что необходимо при обработке 2D-контуров или 3D-форм. Основной особенностью данной системы является наличие трех основных осей, которые обозначаются X, Y и Z. Дополнительные оси можно выбирать

произвольно из A, B, C, U, V и W. А позиционирование в референтную позицию можно выполнить как в виде автоматической, так и ручной операцией. В режиме автоматической операции при команде G28 указанная ось приводится в референтную позицию через заданную точку, а при команде G29 указанная ось приводится в точку, заданную G29, через промежуточную точку заданную G28.

В режиме ручной непрерывной подачи (JOG), при включенных сигналах ручного возврата в референтную позицию (ZRN) и сигнале для выбора оси ручного возврата в референтную позицию (от  $\pm J1$  до  $\pm J8$ ),

Это позволяет оптимизировать время обработки, контролировать инструмент и щадить механику станка.



Рисунок 12 – Стойка с ЧПУ FANUC 18i – MB 4-осевого обрабатывающего центра DAHLIN MCV-720

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		39



1.5.2. Фрагмент управляющей программы на обработку отверстия диаметром 13 мм

N16

G40G80G90 G40 - Отмена компенсации размера инструмента

G80 - Отмена циклов сверления

G90 - Абсолютная система координат

T04M6(SV13) - T04 инструмент

M6 сменить инструмент

G49 - отмена коррекции по длине

G5.1Q1 - включение режима высокоскоростной обработки.

Работает если сразу после смены инструмента стоит отмена корректора по длине G49

S2000M03 - S2000 скорость вращения шпинделя

M03 начать вращение шпинделя по часовой стрелке

G17G54G00X-125.0Y147 – G17 переключение рабочих плоскостей

G54 переключиться на заданную оператором систему координат

G00 ускоренное перемещение инструмента (холостой ход)

G43H16Z108.23M08 - G43 принятие корректора по длине

H16 номер корректора из таблицы станка

Z координата точки траектории по оси Z

M08 включить основное охлаждение

G83G98Z57.761R95.761Q4.2F100. – G83 цикл сверления с отходом

G98 отмена

Z координата точки траектории по оси Z

R радиус или параметр стандартного цикла

F скорость рабочей подачи

G80 - Отмена циклов сверления

M5 - остановить вращение шпинделя

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		40

Z200.0M09 - Z координата точки траектории по оси Z

M09 выключение охлаждения

G28G91Z0. - G28 вернуться на референтную точку

G91 относительная система координат

Z координата точки траектории по оси Z

G90X0.Y0. - G90 абсолютная система координат

X0.Y0 – координата точки траектории по оси X

A0. - дополнительная ось

G28G91Y0.X0. - G28 вернуться на референтную точку

G91 относительная система координат

X0.Y0 – координата точки траектории по оси X

G5.1Q0 - выключение режима высокоскоростной обработки

M1 - приостановить работу станка до нажатия кнопки «Старт», если включен режим подтверждение постановки

1.6. Выбор контрольно-измерительного прибора и разработка схемы контроля (отклонения формы или расположения поверхностей)

1) Радиусомер индикаторный РИ-1250 предназначен для измерения радиусов кривизны поверхностей деталей, глубины впадин (пазов), высоты выступов. Вид климатического исполнения УХЛ 4.2 по ГОСТ 15150-69;

2) Радиусомер индикаторный РИ-1250-0,01 МТ 06.07.001 ТЗ;

3) Штангенциркуль ШЦ-I-150 0.01 электронный цифровой ABS Micron Pro ГОСТ 166-89;

4) Штангенциркуль ШЦ-I-250 0.01 электронный цифровой ABS Micron Pro ГОСТ 166-89;

5) Калибры резьбовые ГОСТ 2016-86 М3-6Н, М6-6Н, М8-6Н;

6) Штангенциркуль ШЦ-III- 500-0,1 ГОСТ 166-89 GRIFF 031392;

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		41

7) ЗАО «Вюрт Урал» Шаблон-радиусомер 0715.775.800 Диапазон радиусов мм 1.0–7.0 Количество пластин 2×17

8) ЗАО «Вюрт Урал» Шаблон-радиусомер 0715.775.801 Диапазон радиусов мм 7.5–16.0 Количество пластин 2×16

9) Нутромер индикаторный НИ 18-50 *ц-0,01 ГОСТ 868-82 (рис. 13)*

Проконтролировать 9 отв. Ø 30<sup>+0,084</sup> прием инструмент нутромер индикаторный НИ 18-50 является измерительным устройством, которое может показывать точные линейные размеры во внутренних частях деталей. Это могут быть как внутренние диаметры, так и просто пазы и прочие отверстия в вещах, которые поддаются измерению. Данный прибор является незаменимым в тех случаях, когда невозможно использовать линейки, рулетки и прочие распространенные средства. Он применяется когда требуется точно определить заданные размеры детали, до сотых долей миллиметра, так как он может показывать даже самые незначительные отклонения.



Рисунок 13 - Нутромер индикаторный НИ 18-50

Устройство прибора является достаточно простым [23]. В него входит стержень, у которого имеется сменный удлинитель, которым выступает вставка из твердого металлического сплава. На другом конце находится индикаторная головка. Прибор должен быть поверенным, чтобы мог работать в заданном диапазоне с номинальной погрешностью.

Сам процесс измерения производится при помощи двух наконечников, которые имеют сферическую форму. Они располагаются на двух противоположных концах прибора под углом в 180 градусов по отношению друг к другу. Для того, чтобы совместить линию измерения с осевой плоскостью в измеряемом отверстии, нутромер индикаторный 18-50 имеет специальный центрирующий мостик. Чтобы настроить прибор на нужный размер, требуется воспользоваться набором сменных стержней, которые входят в комплект устройства. Для настройки стержней используются кольца для нутромера, которые должны быть аттестованы. Также могут применяться блоки концевых мер, в которых присутствуют боковики.

Данный тип относится к ГОСТу 868-82. Индикатор показывает данные за счет передвижения измерительного стержня. Его отклонения передаются на отчетное устройство прибора. Это осуществляется благодаря наличию клиновой передачи. При необходимости поменять рабочий диапазон измерений, необходимо устанавливать новые стержни. Диапазон измерений этого устройства, с учетом всех комплектных стержней, начинается от 18 мм и заканчивается 50 мм. Точность показаний достигает 0,01 мм.

Нутромер индикаторный НИ 18-50 чаще всего встречается в производственной и ремонтной сферах, где нужно измерить точный внутренний размер изготовленной детали или же проверить насколько сильно износился узел механизма и отличается ли фактический размер от номинального. Это может быть станкостроение, машиностроение и прочие рабочие цеха. Он помогает производить точный контроль за выпускаемой продукцией. Установочные кольца для нутромеров входят в обязательную комплектацию, но их замена может замедлить работу, если приходится после каждого измерения менять прежние стержни на новые. Поэтому, лучше применять его для одного типа деталей на протяжении всего рабочего процесса. В частной сфере они встречаются не так часто, так как стоимость

новых нутромеров достаточно высока и здесь не требуется столь большая точность измерений.

#### Технические характеристики нутромера индикаторного НИ 18-50 ГОСТ 868-82

1	2
Нижний предел измерений,мм	18
Верхний предел измерений,мм	50
Цена деления индикатора,мм	0,01
Класс точности	1
ГОСТ	868-82
Глубина измерения,мм	140
Погрешность,мм	0,012

10) Профилометр компании TIME Group прибор TR220 усовершенствованной моделью измерителя шероховатости TR 200 с возможностью измерения по 16 шкалам. Щуп TS131 предназначен для измерения шероховатости поверхности в глубоких бороздках или уступах более 10мм. Предназначен для использования с измерительным штативом ТА610/ТА620.

#### 1.7. Расчет технических норм времени

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле [4, с. 99]:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_0 + t_B + t_{об} + t_{ом}, \quad (15)$$

где  $T_{п-з}$  – подготовительно-заключительное время;

$T_{шт}$  – штучное время на операцию;

$n$  - количество деталей в партии,  $n=12$ шт;

$t_o$  - основное время, мин;

$t_B$  - вспомогательное время;

$t_{об}$  - время на обслуживание рабочего места;

$t_{от}$  - время перерывов на отдых и личные надобности.

Вспомогательное время определяется по формуле [4, с. 99]:

$$t_B = t_{yc} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{и.з}, \quad (16)$$

где  $t_{yc}$  - время на установку и снятие детали;

$t_{з.о}$  - время на закрепление и открепление детали, мин;

$t_{уп}$  - время на приемы управления, мин;

$t_{из}$  - время на измерение детали, мин.

Время обслуживания рабочего времени определяется по формуле [4, с. 99]:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг}, \quad (17)$$

где  $t_{тех}$  - время на техническое обслуживание;

$t_{орг}$  - время на организационное обслуживание;

Основное время [4, с. 100]:

$$t_o = \frac{l}{S_m} \cdot i, \quad (18)$$

где  $l$  - расчетная длина;

$i$  - число рабочих ходов.

Расчетная длина [4, с. 101]:

$$l = l_o + l_{вр} + l_{пер}, \quad (19)$$

где  $l_o$  - длина обработки поверхности;

$l_{вр}$  - величина врезания инструмента;

$l_{пер}$  - величина перебега.

### Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ (Установ А).

Переход 1. Фрезеровать наружную криволинейную плоскость.

Длина обрабатываемой поверхности:  $\ell_o = 495\text{мм}$ .

Величина врезания и перебега [4, с. 95]:

$$\ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 32\text{мм}.$$

Тогда:

$$\ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 495 + 32 = 527\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{o1} = \frac{527}{180} \cdot 7 = 20,5\text{мин}$$

Переход 2. Фрезеровать последовательно 3 окна.

$$\ell_o = 325\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 18\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 325 + 18 = 343\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=12$ .

$$t_{o2} = \frac{343}{324} \cdot 12 = 12,7\text{мин}$$

Переход 3. Фрезеровать девять выемок.

$$\ell_o = 226\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 22\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 226 + 22 = 248\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=18$ .

$$t_{o3} = \frac{248}{280} \cdot 18 = 15,9\text{мин}$$

Переход 4. Фрезеровать выемку в размеры 60 и 25мм.

$$\ell_o = 480\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 25\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 480 + 25 = 505\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=1$ .

$$t_{o4} = \frac{505}{1194} = 0,42\text{мин}$$

Переход 5. Сверлить 9 отверстий предварительно.

$$\ell_o = 48\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 7\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 48 + 7 = 55\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=9$ .

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

$$t_{05} = \frac{55}{617} \cdot 9 = 0,80 \text{ мин}$$

Расточить 9 отверстий предварительно.

$$\ell_o = 48 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 5 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 48 + 5 = 53 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=9$ .

$$t_{05} = \frac{53}{226} \cdot 18 = 4,22 \text{ мин}$$

Расточить 9 отверстий окончательно.

$$\ell_o = 48 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 5 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 48 + 5 = 53 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=9$ .

$$t_{05} = \frac{53}{170,6} \cdot 9 = 2,79 \text{ мин}$$

Переход 6. Сверлить 54 отверстия под резьбу М6.

$$\ell_o = 12 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 3 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 12 + 3 = 15 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=54$ .

$$t_{06} = \frac{15}{480} \cdot 54 = 1,7 \text{ мин}$$

Переход 7. Подрезать 19 площадок диаметром 10мм.

$$\ell_o = 3 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 2 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 3 + 2 = 5 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=19$ .

$$t_{07} = \frac{5}{226} \cdot 19 = 0,42 \text{ мин}$$

Переход 8. Зенковать фаски в 54 отверстиях.

$$\ell_o = 2 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 2 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 2 + 2 = 4 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=54$ .

$$t_{08} = \frac{4}{307} \cdot 54 = 0,7 \text{ мин}$$



Переход 9. Нарезать резьбу М6 в 54 отверстиях.

$$\ell_o = 10\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 14\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 10 + 14 = 24\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=54$ .

$$t_{o9} = \frac{24}{520} \cdot 54 = 2,49\text{мин}$$

Переход 10. Сверлить 8 отверстий под резьбу М3.

$$\ell_o = 12\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 3\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 10 + 3 = 13\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=8$ .

$$t_{o10} = \frac{13}{480} \cdot 8 = 0,22\text{мин}$$

Переход 11. Подрезать 8 площадок.

$$\ell_o = 3\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 3\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 3 + 3 = 6\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=8$ .

$$t_{o11} = \frac{6}{226} \cdot 8 = 0,21\text{мин}$$

Переход 12. Зенковать фаски в 8-ми отверстиях.

$$\ell_o = 2\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 1\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 2 + 1 = 3\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=8$ .

$$t_{o12} = \frac{3}{1706} \cdot 8 = 0,02\text{мин}$$

Переход 13. Нарезать резьбу в 8-ми отверстиях 1.

$$\ell_o = 8\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 12\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 8 + 12 = 20\text{мм}.$$

Число проходов равно  $i=8$ .

$$t_{o13} = \frac{20}{410} \cdot 8 = 0,39\text{мин}$$

Переход 14. Сверлить 2 отверстия под резьбу М8.

$$\ell_o = 15\text{мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 4\text{мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 15 + 4 = 19\text{мм}.$$

					ДП 44.03.0.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Число проходов равно  $i=2$ .

$$t_{014} = \frac{19}{175} \cdot 2 = 0,22 \text{ мин}$$

Переход 15. Зенковать фаски в 2-х отверстиях.

$$\ell_o = 2 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 1 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 2 + 1 = 3 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=8$ .

$$t_{015} = \frac{3}{377} \cdot 2 = 0,02 \text{ мин}$$

Переход 16. Нарезать резьбу в 2-х отверстиях М8.

$$\ell_o = 12 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 28 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 12 + 28 = 40 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=2$ .

$$t_{016} = \frac{40}{983} \cdot 2 = 0,08 \text{ мин}$$

Переход 17. Сверлить 4 отверстия диаметром 11 мм.

$$\ell_o = 25 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 5 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 25 + 5 = 30 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=4$ .

$$t_{017} = \frac{30}{1203} \cdot 4 = 0,10 \text{ мин}$$

Общее машинное время на установе А:

$$t_{0A} = 20,5 + 12,7 + 15,9 + 0,42 + 7,81 + 1,7 + 0,42 + 0,7 + 2,49 + 0,22 + 0,21 + 0,02 + 0,39 + 0,22 + 0,02 + 0,08 + 0,10 = 63,9 \text{ мин}$$

**Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ (Установ Б).**

Переход 1. Фрезеровать плоскость.

$$\ell_o = 495 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 40 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 495 + 40 = 535 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=7$ .

$$t_{01} = \frac{535}{180} \cdot 7 = 20,8 \text{ мин}$$

Переход 2. Фрезеровать последовательно две канавки.

$$\ell_o = 215 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 20 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 215 + 20 = 235 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=2$ .

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$t_{02} = \frac{235}{377} \cdot 2 = 1,25 \text{ мин}$$

Переход 3. Сверлить 18 отверстий под резьбу М6.

$$\ell_o = 12 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 3 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 12 + 3 = 15 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=18$ .

$$t_{03} = \frac{15}{480} \cdot 18 = 0,56 \text{ мин}$$

Переход 4. Зенковать фаску в 18-ти отверстиях.

$$\ell_o = 2 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 3 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 2 + 3 = 5 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=18$ .

$$t_{04} = \frac{5}{255} \cdot 18 = 0,35 \text{ мин}$$

Переход 5. Нарезать резьбу М6 в 18-ти отверстиях.

$$\ell_o = 10 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 15 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 10 + 15 = 25 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=18$ .

$$t_{05} = \frac{25}{1706} \cdot 18 = 0,26 \text{ мин}$$

Переход 6. Сверлить 2 отверстия под резьбу М6.

$$\ell_o = 12 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 3 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 12 + 3 = 15 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=2$ .

$$t_{06} = \frac{15}{480} \cdot 2 = 0,06 \text{ мин}$$

Переход 7. Зенковать фаску в 2-х отверстиях.

$$\ell_o = 2 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 3 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 2 + 3 = 5 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=2$ .

$$t_{07} = \frac{5}{255} \cdot 2 = 0,04 \text{ мин}$$

Переход 8. Нарезать резьбу М6 в 2-х отверстиях.

$$\ell_o = 10 \text{ мм}, \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 15 \text{ мм}, \ell = \ell_o + \ell_{\text{вр}} + \ell_{\text{пер}} = 10 + 15 = 25 \text{ мм}.$$

Число проходов равно  $i=2$ .

$$t_{08} = \frac{25}{1706} \cdot 2 = 0,03 \text{ мин}$$

Общее машинное время на установке Б:

$$t_{OB} = 20,8 + 1,25 + 0,56 + 0,35 + 0,26 + 0,06 + 0,04 + 0,03 = 23,35 \text{ мин}$$

Общее машинное время на операции:

$$T_o = 63,9 + 23,35 = 87,25 \text{ мин}$$

Определим элементы вспомогательного времени [5, с. 98]:

$$t_{yc} = 5,15 \text{ мин.}$$

$$t_{yn} = 8,13 \text{ мин.}$$

$$t_{изм} = 25,12 \text{ мин.}$$

$$t_B = 5,15 + 8,13 + 25,12 = 38,40 \text{ мин.}$$

Оперативное время [5, с. 101]:

$$t_{OP} = T_o + t_B = 87,25 + 38,40 = 125,65 \text{ мин}$$

Время технического обслуживания [5, с. 102]:

$$t_{tex} = \frac{6 \cdot t_{OP}}{100} = \frac{6 \cdot 125,65}{100} = 7,34 \text{ мин}$$

Время организационного обслуживания [5, с. 102]:

$$t_{opz} = \frac{8 \cdot t_{OP}}{100} = \frac{8 \cdot 125,65}{100} = 10,10 \text{ мин}$$

Время на отдых [5, с. 102]:

$$t_{om} = \frac{2,5 \cdot t_{on}}{100} = \frac{2,5 \cdot 125,65}{100} = 3,14 \text{ мин}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 125,65 + 7,34 + 10,1 + 3,14 = 146,23 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время [5, с. 216-217]:  $T_{пз} = 18 \text{ мин}$

Тогда:

$$T_{шт-к} = \frac{18}{12} + 146,23 = 147,73 \text{ мин}$$

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

## 2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данном дипломном проекте производится разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус сегмента» на участке механической обработки в условиях мелкосерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 48 штук в год.

### 2.1. Определение количества технологического оборудования

Основные характеристики технологического процесса представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Нормы времени по операциям

№ операции	Наименование операции	Модель оборудования	Штучно-калькуляционное время, <i>t<sub>шт.к.</sub></i> , мин
005	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Обработывающий центр с ЧПУ DANLH MCV-720	147,73

Количество технологического оборудования рассчитаем по формуле:

$$q = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_z \cdot 60}, \quad (24)$$

где *t*- штучно- калькуляционное время операции, мин;

*N<sub>год</sub>*- годовая программа выпуска деталей, шт;

*F<sub>об</sub>*- действительный фонд времени работы оборудования, ч;

*k<sub>вн</sub>*- коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия

*k<sub>вн</sub>*= 1,0÷1,2);

$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства;  $k_3 = 0,75 \div 0,85$ .

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитаем следующим образом:

$$F_{об} = F_n \left( 1 - \frac{k_p}{100} \right), \quad (25)$$

где  $F_n$  – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч;

$k_p$  – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (при трехсменной работе):

$$F_n = 1930 \cdot 3 = 5790 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9,0% для ОЦ с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования составляет:

$$F_{об} = 5790 \cdot \left( 1 - \frac{9}{100} \right) = 5268,9 \text{ ч.}$$

Определяем количество технологического оборудования:

$$q^{005} = \frac{147,73 \cdot 48}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,03 \text{ шт.}$$

Принимаем  $q^{005} = 1 \text{ шт.}$

Расчет технологического оборудования сведен в таблицу 15.

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Таблица 15 – Сводная ведомость оборудования

Тип оборудования	Обрабатывающий центр с ЧПУ DANLİN MCV-720
Количество станков по расчету, ед	0,03
Принимаемое количество станков	1
Коэффициент загрузки оборудования	0,03
Средний коэффициент загрузки оборудования	0,03

## 2.2. Определение капитальных вложений

В данном проекте оборудование не приобретается, а уже есть на предприятии. Так как станок загружен только на 3%, то он будет загружаться однотипными деталями, чтобы исключить прости станка.

Затраты на программное обеспечение включаются в капитальные вложения в случае применения станков с ЧПУ.

$$K_{npz} = K_{yn} \cdot K_3 \cdot n \quad (26)$$

где  $K_{yn}$  – стоимость одной управляющей программы,  $K_{yn} = 8000$ р.;

$K_3$  – коэффициент, учитывающий потребности в восстановлении программы,  $K_3 = 1,1$ ;

$n = 1$  количество операций для которых необходима программа

$$K_{npz} = 8000 \cdot 1,1 \cdot 1 = 8\,800 \text{ р.}$$

Для внедрения новой управляющей программы понадобится 8 800р.

### 2.3. Расчет технологической себестоимости детали

В общем случае технологическая себестоимость складывается из суммы следующих элементов:

$$C = Z_{\text{м}} + Z_{\text{зп}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}}, \quad (27)$$

где  $Z_{\text{м}}$  - затраты на все виды материалов, комплектующих и полуфабрикатов, руб.;

$Z_{\text{э}}$  - затраты на технологическую электроэнергию, р.;

$Z_{\text{зп}}$  - затраты на заработную плату, р.;

$Z_{\text{об}}$  - затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{\text{осн}}$  - затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_{\text{и}}$  - затраты на малоценный инструмент; р.

Так как усовершенствованный технологический процесс не предполагает изменения метода получения заготовки, то нет необходимости учитывать затраты на ее изготовление.

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}}, \quad (28)$$

где  $Z_{\text{пр}}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, р.;

$Z_{\text{н}}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

$Z_{\text{э}}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, р.;

$Z_{\text{к}}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;



$Z_{тр}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, р.

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих считается с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда, р.:

$$Z_{пр} = C_m \cdot t_{шт-к} \cdot k_{мн} \cdot k_{доп} \cdot k_{есн} \cdot k_p, \quad (29)$$

где  $C_m$  - часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р.;

$t_{шт-к}$  – штучно-калькуляционное время на операцию, час;

$k_{мн}$  - коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание ( $k_{мн}=1$ );

$k_{доп}$  - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату (1,2);

$k_{есн}$  - коэффициент, учитывающий страховые взносы ( $k_{есн}= 1,3$ );

$k_p$  – районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости жизни в различных природно-климатических условиях (для Урала  $k_p = 1,15$ ).

Численность станочников (операторов) вычисляется по формуле:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p \cdot 60}; \quad (30)$$

где  $t$  – штучное время операции, мин;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска детали,  $N_{год} = 48$  шт;

$k_{мн}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,

$k_{мн} = 1$ ;

$F_p$  – действительный годовой фонд работы одного рабочего,  $F_p = 1790$  ч

Принимаемую численность рабочих и затраты на заработную плату производственных рабочих заносим в таблицу 18.

Пример расчета операции комплексная на ОЦ с ЧПУ:

$$Z_{np} = 129,87 \cdot 147,73 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15 / 60 = 573,65 \text{ р.}$$

Пример расчета численности станочников операции 005-Комплексная на ОЦ с ЧПУ:

$$Ч_{ст}^{005} = \frac{147,73 \cdot 48 \cdot 1,0}{1790 \cdot 60} = 0,07 \text{ чел.};$$

Расчет заработной платы станочников сведен в таблицу 16.

Таблица 16 – Затраты на заработную плату станочников за одну деталь

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчетная чел.	Численность станочников, принятая чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	129,87	147,73	573,65	0,07	1
Итого			573,65	0,07	1

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$З_{зп} = 573,65 \cdot 48 = 27\,535,2 \text{ р.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$З_{всп} = \frac{C_{гвп} \cdot F_p \cdot Ч_{всп} \cdot k_{доп} \cdot k_p}{N_{год}}, \quad (31)$$

где  $F_p$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей,  $N_{год} = 36$  шт.;

$k_p$  – районный коэффициент,  $k_p = 1,15$ ;

$k_{доп}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату;

$k_{доп} = 1,05$ ;

$C_T^{всп}$  – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

$Ч_{всп}$  – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, р.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{нал} = \frac{g_n \cdot n}{H}, \quad (32)$$

где  $g_n$  – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет  $g_n = 0,03$  шт.;

$n$  – число смен работы оборудования,  $n = 3$ ;

$H$  – число станков, обслуживаемых одним наладчиком,  $H = 10$  шт.

$$Ч_{нал} = \frac{0,03 \cdot 3}{10} = 0,009 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров – 7% от числа станочников, отсюда:

$$Ч_{трансп.} = 0,05 \cdot 0,07 = 0,0035 \text{ чел.};$$

$$Ч_{контр.} = 0,07 \cdot 0,07 = 0,0049 \text{ чел.}$$

Произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{нал} = \frac{161,62 \cdot 1790 \cdot 0,009 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{48} = 65,57 \text{ р.};$$

$$З_{трансп.} = \frac{93,09 \cdot 1790 \cdot 0,0035 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{48} = 14,67 \text{ р.};$$

$$З_{контр.} = \frac{123,3 \cdot 1790 \cdot 0,0049 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{48} = 27,21 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицу 17.

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 17 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.		Затраты на изготовление одной детали, р.
		расчетная	принятая	
Наладчик станков	161,62	0,009	1	65,57
Транспортный рабочий	93,02	0,0035	1	14,67
Контролер ОТК	123,3	0,0049	1	27,21
Итого:			3	107,45

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 107,45 \cdot 48 = 5\,157,6 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле:

$$З_{зп} = 27\,535,2 + 5\,157,6 = 32\,692,8 \text{ р.}$$

*Отчисления в социальный фонд.*

Отчисления в социальный фонд страхования составляют 30% от фонда заработной платы (для основных рабочих они учтены в формуле 29), поэтому определим для вспомогательных рабочих.

$$5\,157,6 \cdot 0,3 = 1\,547,28 \text{ р.}$$

*Затраты на электроэнергию*

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{ен}} \cdot Ц_э, \quad (33)$$

где  $N_y$  – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

$k_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,  $k_N = 0,2 \div 0,4$ ;

$k_{вр}$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для среднесерийного производства  $k_{вр} = 0,5$ ;

$k_{од}$  – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка,  $k_{од} = 0,75$  – при двух двигателях и  $k_{од} = 1$  при одном двигателе;

$k_w$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия,  $k_w = 1,04 \div 1,08$ ;

$\eta$  – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{вн} = 1,02$ ;

$\Pi_э$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,  $\Pi_э = 3,3$  р.

Производим расчеты по формуле:

$$З_э(005) = \frac{11 \cdot 0,3 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 147,73}{0,75 \cdot 1,02 \cdot 60} \cdot 3,3 = 18,58 \text{ р};$$

Результаты расчета сводим в таблицу 18.

Таблица 18 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	11	2,46	18,58
Итого			18,58

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$З_э = 18,58 \cdot 48 = 891,84 \text{ р.}$$

*Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.*

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (34)$$

где  $C_{рем}$  – затраты на ремонт технологического оборудования, р.;

$C_{ам}$  – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t_{шт-к}}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн} \cdot 60}, \quad (35)$$

где  $Ц_{об}$  – цена единицы оборудования, р.;

$H_{ам}$  – норма амортизационных отчислений для станков с ЧПУ,  $H_{амН} = 12\%$ ;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$  – годовой действительный фонд работы оборудования,

$F_{обНОВ} = 5268,9$  ч;

$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования,  $k_3 = 0,85$ ;

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{вн} = 1,02$ .

Производим расчеты по формуле:

$$C_{ам}(005) = \frac{4960000 \cdot 0,07 \cdot 147,73}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 187,13 \text{ р.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования ( $C_{рем}$ ) определяем исходя из того, что производится дозагрузка оборудования.

Вычисления производим по формуле:

$$C_{рем} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{рем} \cdot t_{шт-к}}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн} \cdot 60}, \quad (36)$$

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле:

$$C_{рем}(005) = \frac{4960000 \cdot 0,04 \cdot 147,73}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 106,93 \text{ р.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 19.

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 19 – Затраты на содержание и эксплуатацию на технологическое оборудование

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
Обработывающий центр DANLİN MCV-720	4 960	48	7	2,46	187,13	106,93
Итого					187,13	106,93

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$З_{\pi} = 106,93 + 187,13 = 294,06 \text{ р.}$$

#### *Затраты на эксплуатацию инструмента*

Затраты на эксплуатацию инструмента со сменными пластинами определяются по формуле:

$$З_{инс} = \frac{Ц_{пл} + Ц_{к} / Q}{T \cdot b \cdot N} \cdot T_{м} \quad (37)$$

где  $Ц_{пл}$  - цена сменной многогранной пластины, р.;

$Ц_{к}$  - цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), р.;

$Q$  - количество сменных поворотных пластин, используемых на 1 державке сборного инструмента в течение времени его эксплуатации;

$N$  - количество граней сменной многогранной пластины (для круглой пластины  $N = 6$ );

$b$  - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента: 0,9 для черновых переходов, 0,95 для чистовых;

$T_{м}$  - машинное время, мин;

$T$  – нормативная стойкость инструмента, мин.

Стоимость твердосплавных пластин представлена в таблице 20.

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 20 – Стоимость твердосплавных пластин, руб.

Форма твердосплавной сменной пластины	Ромбическая C,D,V	Трех- гранная T,W	Квадрат- ная S	Круглая R
$Q$ - количество сменных поворотных пластин, используемых на 1 державке сборного инструмента в течение времени его эксплуатации	500	350	250	200

Определим затраты на эксплуатацию фрезы SECO с ромбической пластиной:

$$Z_{ин} = \frac{6 \times 250 + 3500/250}{180 \times 0,9 \times 4} \cdot 41,3 = 96,5 \text{ р}$$

Затраты на эксплуатацию перетачиваемого инструмента определяются по формуле:

$$C_{инс} = \frac{Ц_{инс} + \beta_{п} \cdot Ц_{п}}{T \cdot (\beta_{п} + 1)} \cdot T_o \cdot \eta, \quad (38)$$

где  $Ц_{инс}$  - цена единицы инструмента, руб.;

$\beta_{п}$  - число переточек;

$Ц_{п}$  - стоимость одной переточки, руб.;

$T$  - период стойкости инструмента, мин;

$T_o$  - машинное время, мин;

$\eta$  - коэффициент случайной убыли инструмента ( $\eta = 1,15$ ).

Определим затраты на эксплуатацию сверла:

$$C_{инс} = \frac{1500 + 2 \cdot 150}{45 \cdot (2 + 1)} \cdot 0,22 \cdot 1,15 = 3,37 \text{ руб}$$

Аналогичным образом рассчитаем затраты на остальной инструмент, результаты расчетов заносим в таблицу 21.



Таблица 21 – Затраты на эксплуатацию инструмента по проектному варианту

Инструмент	Цена инструмента, Ц <sub>инс</sub> , руб	Число переточек, β <sub>п</sub>	Стоимость одной переточки, Ц <sub>п</sub> , руб	Период стойкости инструмента, Т, мин	Машинное время, Т <sub>о</sub> , мин	Количество инструмента	Затраты на инструмент, С <sub>инс</sub> , руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
Фреза для объемного фрезерования R218.97-1632.RE-X12.2A Пластина для черновой обработки алюминиевых сплавов VPGX 220605ER-E10, H25	3500 2500	-	-	180	41,3	1 6	96,5
Фреза шпоночная SER 47M8 10MM S-CARB 2FL SQUARE END	700	-	-	180	12,7	1	56,80
Фреза концевая SER 52M 6MM SHEAR-CARB END MILL	700	-	-	180	17,15	1	76,70
Фреза радиусная концевая SER 47M8 6MM S-CARB 2FL BALL END	700	-	-	180	0,42	1	1,84
Фреза для снятия фасок под 90° CEM 2120 UF10 12x12x12x110 UNIMILL	700	-	-	180	0,4		1,83
Фреза для снятия фасок под 60° MM HCD100-060-2T06	700	-	-	180	0,37	1	1,62
Сверло Seco Dc=Ø2.5 SD205A-2.5-12-4R1	1500	2	150	45	0,22	1	3,37
Сверло Seco Dc=Ø4.2 SD205A-4.2-27-6R1	1500	2	150	45	0,8	1	12,27
Сверло Seco Dc=Ø5 SD205A-5.0-32-6R1	1500	2	150	45	0,95	1	14,57
Сверло Seco Dc=Ø6.8 SD205A-6.8-40-8R1	1500	2	150	45	0,22	1	3,37
Сверло Seco Dc=Ø7.5 SD205A-7.5-40-8R1	1500	2	150	45	0,14	1	2,15
Сверло Seco Dc=Ø11 SD205A-11.0-56-12R1	1500	2	150	45	0,1	1	1,53
Сверло Seco Dc=Ø13 SD205A-13.0-56-14R1	1500	2	150	45	0,39	1	5,98

Окончание таблицы 21 – Затраты на эксплуатацию инструмента по проектному варианту

Метчик Seco MF-M3X0.50ISO6HX-XE-V053	600	-	-	30	0,14	1	3,22
Метчик Seco MF-M5X0.80ISO6HX-XC-V060-A	600	-	-	30	0,28	1	6,44
Метчик Seco MF-M6X1.00ISO6HX-XC-V060-A	600	-	-	30	2,75	1	63,25
Метчик Seco MF-M8X1.25ISO6HX-XC-V060-A	600	-	-	30	0,08	1	1,84
Итого							335,08

Результаты расчетов технологической себестоимости выпуска одной детали сводим в таблицу 22.

Таблица 22 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб.
Заработная плата с начислениями	713,34
Затраты на технологическую электроэнергию	18,58
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	294,06
Затраты на инструмент	335,08
Итого	1 361,06

*Анализ уровня технологии производства.*

Анализ уровня технологии производства является составляющей частью анализа организационно-тематического уровня производства.

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$Y_{\text{оп}} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\%, \quad (39)$$

где  $T^t$  – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;

$T$  – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле:

$$Y_{оп} (005) = \frac{147,73}{147,73} \cdot 100\% = 100\%.$$

#### *Доля прогрессивного оборудования*

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству.

Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле:

$$Y_{пр} = \frac{g_{пр}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (40)$$

где  $g_{пр}$  – количество единиц прогрессивного оборудования,  $g_{пр} = 1$  шт.;

$g_{\Sigma}$  – общее количество использованного оборудования,  $g = 1$  шт.

$$Y_{пр} = \frac{1}{1} \cdot 100\% = 100\%.$$

Определим производительность труда на программной операции:

$$B = \frac{F_p \cdot \kappa_{вн} \cdot 60}{t}, \quad (41)$$

где  $F_p$  – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$\kappa_{вн}$  – коэффициент выполнения норм;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе:

$$B_{пр. 005} = \frac{1790 \cdot 1,2 \cdot 60}{147,73} = 872 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

В таблице 23 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 23 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей
Годовой выпуск деталей	шт.	48
Количество оборудования	шт.	1
Количество производственных рабочих	чел.	1
Количество вспомогательных рабочих	чел.	3
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	2,26
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:		1 361,06
- затраты на инструмент	руб.	335,08
- заработная плата рабочих		713,34
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Производительность труда	шт/чел.год	872
Коэффициент загрузки оборудования		0,03

#### ВЫВОДЫ:

Технологическая себестоимость одной детали составляет 1361,06 рублей. На всю партию деталей затраты составят 65 330,88 рублей.

Так как средняя загрузка станков 3%, чтобы исключить простои оборудования, станки будут догружаться другими деталями.

### 3. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Система подготовки персонала

В проектируемом технологическом процессе механической обработки детали фрезерном станке с ЧПУ. Следовательно, для данного технологического процесса необходима подготовка рабочих по профессии «Оператор станков с программным управлением».

Операторов станков с программным управлением подготавливают в учреждениях среднего профессионального образования по специальности «15.01.32 Оператор станков с программным управлением».

#### 3.2 Анализ федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 15.01.32 Оператор станков с программным управлением

Требования к уровню и качеству подготовки выпускников в рамках ФГС 3-го поколения определяется в рамках компетентностного подхода.

В рамках ФГС 3 выделяют два вида компетенций:

-общие

- профессиональные

*Общая компетенция (ОК)* способность успешно действовать на основе практического опыта, умения и знаний при решении задач общего рода деятельности.

*Профессиональная компетенция (ПК)* – способность успешно действовать на основе практического опыта, умения и знаний при решении задач профессионального рода деятельности.

Источником формулирования компетенций являются требования работодателей, учитываемые при проектировании ОПП.

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		68

Эти требования во ФГС отражаются в видах деятельности, и каждый вид деятельности раскрывается перечнем компетенций.

### 3.3. Анализ программы подготовки квалифицированных рабочих по профессии «Оператор станков с ЧПУ»

ППКРС по профессии среднего профессионального образования 15.01.32 «Оператор станков с программным управлением» разрабатывается на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по профессии 15.01.32 «Оператор станков с программным управлением». ППКРС определяет рекомендованный объем и содержание среднего профессионального образования по профессии 15.01.32 «Оператор станков с программным управлением, планируемые результаты освоения образовательной программы, примерные условия образовательной деятельности».

Квалификации, присваиваемые выпускникам образовательной программы: Оператор станков с программным управлением - станочник широкого профиля.

Получение среднего профессионального образования по профессии 15.01.32 Оператор станков с программным управлением допускается только в профессиональной образовательной организации или образовательной организации высшего образования.

Объем образовательной программы, реализуемой на базе среднего общего образования: 1476 часов.

Срок получения образования по образовательной программе, реализуемой на базе среднего общего образования в очной форме – 10 месяцев.

При реализации ППКРС по профессии 15.01.32 «Оператор станков с программным управлением» предусматриваются учебная и

производственная практика. Учебная практика (производственное обучение) проводится в мастерских и лабораториях. Производственная практика проводится в организациях и на предприятиях на основе заключенных договоров; - консультации предусматриваются в объеме 4 часа на одного обучающегося на каждый учебный год. Формы проведения консультаций: групповые, индивидуальные, письменные, устные; - общая продолжительность каникул составляет 11 недель в год, в последний год обучения -2 недели.

В соответствии со спецификой ППКРС СПО по профессии 15.01.32 «Оператор станков с программным управлением» определен технический профиль, структура и объем образовательной программы.

Профессиональная подготовка осуществляется в рамках общепрофессионального и профессионального циклов. В профессиональный цикл входят два профессиональных модуля, составной частью которых является учебная и производственная практика.

Практика представляет собой вид учебных занятий, обеспечивающих практико-ориентированную подготовку обучающихся. Учебная практика по ПМ.01, ПМ.02 проводится параллельно с теоретическими занятиями междисциплинарного курса (рассредоточено). Производственная практика завершает освоение программы профессионального модуля. По всем модулям она проводится рассредоточено.

Производственная практика проводится в организациях, направление деятельности которых соответствует профилю подготовки обучающихся. Междисциплинарные курсы в модулях изучаются последовательно, в порядке, установленном учебным планом.

Выпускник, освоивший ППКРС, должен обладать общими компетенциями, включающими в себя способность:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, исходя из цели и способов ее достижения, определенных руководителем.

ОК 3. Анализировать рабочую ситуацию, осуществлять текущий и итоговый контроль, оценку и коррекцию собственной деятельности, нести ответственность за результаты своей работы.

ОК 4. Осуществлять поиск информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, клиентами.

ОК 7. Исполнять воинскую обязанность, в том числе с применением полученных профессиональных знаний (для юношей).

Выпускник, освоивший ППКРС, должен обладать профессиональными компетенциями, соответствующими основным видам профессиональной деятельности:

1. Программное управление металлорежущими станками.

ПК 1.1. Осуществлять обработку деталей на станках с программным управлением с использованием пульта управления.

ПК 1.2. Выполнять подналадку отдельных узлов и механизмов в процессе работы.

ПК 1.3. Осуществлять техническое обслуживание станков с числовым программным управлением и манипуляторов (роботов).

ПК 1.4. Проверять качество обработки поверхности деталей.

2. Обработка деталей на металлорежущих станках различного вида и типа.

ПК 2.1. Выполнять обработку заготовок, деталей на сверлильных, токарных, фрезерных, шлифовальных, копировальных и шпоночных станках.

ПК 2.2. Осуществлять наладку обслуживаемых станков.

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		71



ПК 2.3. Проверять качество обработки деталей.

Оценка качества освоения ППКРС включает текущий контроль знаний, промежуточную и государственную (итоговую) аттестацию обучающихся.

Оценка качества освоения ППКРС осуществляется государственной аттестационной комиссией по результатам защиты выпускной квалификационной работы, промежуточных аттестационных испытаний и на основании документов, подтверждающих освоение обучающимися компетенций. Членами государственной аттестационной комиссии по медиане оценок, освоенных выпускниками профессиональных и общих компетенций определяется интегральная оценка качества освоения ППКРС.

Лицам, прошедшим соответствующее обучение в полном объеме присваивается профессия: - станочник широкого профиля, оператор станков с программным управлением и выдаётся государственный документ установленного образца - диплом.

Выбираем для дальнейшей разработки профессиональный модуль ПМ.01 «Изготовление деталей на металлорежущих станках различного вида и типа по стадиям технологического процесса».

МДК 01.01. «Изготовление деталей на металлорежущих станках различного вида и типа по стадиям технологического процесса».

Дисциплина: «Процессы формообразования и инструмент».

3.4. Анализ рабочей программы профессиональный модуль ПМ.01 «Изготовление деталей на металлорежущих станках различного вида и типа по стадиям технологического процесса»

Рабочая программа профессионального модуля «ПМ 01. Изготовление деталей на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных) по стадиям технологического процесса в соответствии с требованиями охраны

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		72

труда и экологической безопасности» разработана на основе Федерального государственного образовательного стандарта по профессии среднего профессионального образования 15.01.32 «Оператор станков с программным управлением».

С целью овладения видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения профессионального модуля должен освоить вид профессиональной деятельности ВД.1 Изготовление деталей на металлорежущих станках различного типа и вида

*ПК 1.1* Осуществлять подготовку и обслуживание рабочего места для работы на металлорежущих станках различного типа и вида.

*ПК 1.2* Осуществлять подготовку к использованию инструмента, оснастки подналадку металлорежущих станках различного типа и вида.

*ПК 1.3* Определять последовательность и оптимальные режимы обработки различных изделий на металлорежущих станках различного типа и вида.

*ПК 1.4* Вести технологический процесс обработки и доводки деталей, заготовок и инструментов на металлорежущих станках различного типа и вида с соблюдением требований к качеству, в соответствии с заданием и с технической документацией.

Требования к минимальному материально-техническому обеспечению.

Реализация программы модуля предполагает наличие учебных кабинетов общетехнических и специальных дисциплин, технологии обработки на металлорежущих станках, мастерских и лабораторий:

Кабинеты в расчете на подгруппу в 15 человек:

Технология металлообработки и работы в металлообрабатывающих цехах.

Технических измерений.

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		

Материаловедения.

Технической графики.

Безопасности жизнедеятельности.

Учебно-производственные мастерские по станочной металлообработке, в частности: токарной, фрезерной, шлифовальной и сверлильной.

Лаборатории:

Тренажерных устройства для отработки координации движения рук при станочной обработке.

Оборудование учебного кабинета и рабочих мест кабинета технологии обработки на металлорежущих станках:

1. Наборы режущих и контрольно-измерительных инструментов;
2. Планшеты для демонстрации работ и технологических процессов;
3. Модели узлов и механизмов металлорежущих станков.
4. Альбомы, плакаты, рабочие тетради, справочники в качестве раздаточного технического материала.

Технические средства обучения:

1. Телевизор.
2. Видеоплеер с набором кассет по дисциплинам металлообработки.

Общие требования к организации образовательного процесса.

Обучающимся предоставляется право ознакомления с содержанием курса, требованиями к результату обучения, с условиями прохождения учебной и производственной практики.

Освоение программы модуля базируется на изучении общепрофессиональных дисциплин «Технические измерения», «Техническая графика», «Основы электротехники», «Основы материаловедения», «Общие основы технологии металлообработки и работ на металлорежущих станках».

Реализация программы модуля предполагает концентрированную учебную практику после изучения каждого раздела. Занятия по учебной практике проводятся в мастерской «Металлообработки» и на производстве.

Производственная практика по профессии проводится концентрированно после освоения всех разделов модуля на предприятиях, направление деятельности которого соответствует профилю подготовки обучающихся.

Обязательным условием допуска к производственной практике по профессии в рамках профессионального модуля «Обработка деталей на металлорежущих станках различного вида и типа (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных)» является освоение ПМ 01. Изготовление деталей на металлорежущих станках различного типа и вида (сверлильных, токарных, фрезерных, копировальных, шпоночных и шлифовальных) по стадиям технологического процесса в соответствии с требованиями охраны труда и экологической безопасности»

Результаты прохождения учебной и производственной практики по модулю учитываются при проведении государственной итоговой аттестации.

Изучение программы модуля завершается итоговой аттестацией, результаты которой оцениваются в форме общего зачёта, как комплексной оценки выполнения обучающихся зачётных мероприятий по модулю.

Формы и методы текущего и итогового контроля по профессиональному модулю разрабатываются образовательным учреждением и доводятся до сведения обучающихся в начале обучения.

Для текущего и итогового контроля образовательными учреждениями создаются фонды оценочных средств (ФОС).

ФОС включают в себя педагогические контрольно-измерительные материалы, предназначенные для определения соответствия (или несоответствия) индивидуальных образовательных достижений основным показателям результатов подготовки (таблицы).

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

### 3.5. Анализ учебного плана по специальности «15.01.32 Оператор станков с программным управлением»

Примерный учебный план приведен таблице 24.

Таблица 24 - Учебный план по специальности «15.01.32 Оператор станков с программным управлением»

Индекс	Наименование	Объем образовательной программы в академических часах					Рекомендуемый курс изучения
		Всего	Работа обучающихся во взаимодействии с преподавателем		Самостоя- тельная работа		
			Занятия по дисциплинам и МДК			Практики	
			Всего по дисциплинам/МДК	В том числе, лабораторные и практические занятия			
1	2		4	5	6	7	8
Обязательная часть образовательной программы		1152	404	258	648	100	
ОП.00	Общепрофессиональный цикл	180	144	108		36	1
ОП.01	Техническая графика	42	34	32		8	1
ОП.02	Основы материаловедения	42	34	10		8	1
ОП.03	Безопасность жизнедеятельности	46	36	26		10	1
ОП.04	Физическая культура	50	40	40		10	1
ПО 00	Профессиональный цикл	972				64	
ПМ.01.	Изготовление деталей на металлорежущих станках различного вида и типа по стадиям технологического процесса						1
МДК 01.01	Изготовление деталей на металлорежущих станках различного вида и типа по стадиям технологического процесса	160	128	70		32	
УП. 01.	Учебная практика	108			108		1

Окончание таблицы 24 - Учебный план по специальности «15.01.32 Оператор станков с программным управлением»

ПП. 01.	Производственная практика	108			108	-	1
ПМ.02	Разработка управляющих программ для станков с числовым программным управлением						1
МДК02.01	Разработка управляющих программ для станков с числовым программным управлением	84	68	34		16	
УП. 02.	Учебная практика	72			72		
ПП. 02.	Производственная практика	72			72		
ПМ.03	Изготовление деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса						
МДК03.01	Изготовление деталей на металлорежущих станках с программным управлением по стадиям технологического процесса	80	64	34		16	
УП. 03.	Учебная практика	108			108		
ПП. 03.	Производственная практика	144			144		
	Промежуточная аттестация	36					
Вариативная часть образовательной программы		288					
Г ИА.00	Государственная итоговая аттестация	36					
Итого:		1476					

### 3.6. Разработка перспективно-тематического плана

В структуру перспективно-тематического планирования заложены методы, формы, приемы и способы обучения, учитывающие поэтапное и параллельное формирование профессиональной компетентности специалиста

через реализацию содержания специальных дисциплин. Одновременное формирование профессиональных и надпрофессиональных качеств способствует повышению интереса обучаемых к учебному процессу и саморазвитию личности.

Структура перспективно-тематического плана: тема по программе, тема урока, № урока, цели обучения, формы организации обучения, организация деятельности учащихся на уроке, виды сам. Работы учащихся, методы обучения, учебно-методическая справочная литература, наглядные пособия дидактические материалы, программные средства, межпредметные и внутрепредметные связи, связь с производственным обучением, домашнее задание (таблица 25).

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		78

Таблица 25 – Перспективно-тематический план по теме «Фрезы: назначение, типы, технические возможности, основные параметры»

№ уро-ка	Тема урока	Учебная цель	Методы обучения и средства обучения	Формы организации (тип урока)	Межпредметные и внутрипредметные	Связь с производственным обучением
1.	Фрезы: назначение, типы, технические возможности, основные параметры	<p>Образовательная:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ознакомить с видами и типами фрез.</li> <li>• научить различать конструктивные элементы фрез.</li> <li>• научить показывать конструктивные элементы фрез.</li> <li>• научить различать геометрические параметры фрез.</li> <li>• научить проставлять геометрические параметры фрез на схемах.</li> <li>• научить выбирать тип фрезы для конкретных условий обработки</li> </ul> <p>Развивающие:</p> <p>развить познавательный интерес, значимости изучения материала</p> <p>Воспитательные:</p> <p>воспитать интерес к новым знаниям, положительные мотивы учебно-познавательной</p>	<p>Методы:</p> <p>рассказ, объяснение, самостоятельная работа</p> <p>Средства:</p> <p>доска, мел, плакаты, проектор</p>	комбинированный	<p>Межпредметные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- инженерная графика (порядок чтения чертежей, понятие шероховатости, правила простановки шероховатости на чертежах)</li> <li>- Материаловедение (инструментальные материалы)</li> <li>- производственное обучение (обработка заготовок на фрезерных станках)</li> </ul>	имеется
2.	Геометрия фрезы	<p>Образовательная:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-научить изображать геометрические параметры конкретной фрезы</li> </ul> <p>Развивающая:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-развить навыки самостоятельной работы</li> </ul> <p>Воспитательная:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-воспитать интерес к новым знаниям</li> </ul>	<p>Метод:</p> <p>самостоятельная работа</p> <p>Средства:</p> <p>Инструкция к практической работе</p>	практическая работа	<p>Внутрипредметные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-понятие процесса фрезерования,</li> <li>-выбор режимов резания при фрезеровании)</li> </ul>	
3.	Фрезы: назначение, типы	<p>Обучающая:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-научить выбирать тип фрезы для конкретных условий обработки.</li> </ul> <p>Развивающая:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-развить навыки самостоятельной работы</li> </ul> <p>Воспитательная:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-воспитать интерес к новым знаниям</li> </ul>	<p>Метод:</p> <p>самостоятельная работа</p> <p>Средства:</p> <p>Инструкция к лабораторной работе</p>	лабораторная работа		



### 3.7. Разработка занятия теоретического обучения

Предмет: «Процессы формообразования и инструмент».

Тема: «Фрезы: назначение, типы, технические возможности, основные параметры»».

Тема занятия: «Фрезы: назначение, типы, технические возможности, основные параметры»».

Тип занятия: комбинированный урок.

Цели и задачи занятия:

В результате освоения темы учебной дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- типы и виды фрез
- конструктивные параметры фрез
- геометрические параметры фрез

**Уметь:**

- показывать конструктивные элементы фрез
- проставлять геометрические параметры фрез на схемах
- выбирать тип фрезы для конкретных условий обработки.

**Ход занятия**

1. Проверка присутствующих, сообщение темы занятия – 5 мин.
2. Подготовка к изучению нового материала (проверка домашнего задания) – 15 мин.
3. Изучение нового материала -40 мин.
4. Закрепление знаний (самостоятельная работа) –20 мин.
5. Подведение итогов занятия – 5 мин.
6. Домашнее задание - 5 мин.

Таблица 26 - Ход занятия

Деятельность преподавателя (вопросы)	Время (мин)	Наглядные средства ТСО	Деятельность учащихся (предполагаемые ответы)
1	2	3	4
1. Организационная часть	5		1.1.Проверка присутствующих по журналу. 1.2.Организация рабочих мест 1.3.Подготовка к опросу
2. Подготовка к изучению нового материала 2.1. Коллективный разбор выполнения домашнего задания 2.2. Актуализация знаний по пройденному материалу Тестовый опрос 2.3. Сообщение темы и цели урока	15	Плакаты  Тесты и бланки ответов  Доска, цветные мелки	2.1. Ответы на вопросы  2.2. Ответы на вопросы теста  2.3. Запись номера урока и темы
3. Объяснение нового материала  3.1 Назначение и виды фрез  3.2 Применение фрез  3.3 Конструктивные элементы фрез  3.4 Геометрические параметры фрез	40	Плакат «Фрезы» Слайд презентации «Назначение и виды фрез» Слайд презентации «Применение фрез » Слайд презентации «Конструктивные элементы фрез» Слайд презентации «Геометрические параметры фрез»	3.1 Просмотр презентации  3.2 Запись нового материала
4. Закрепление нового материала  4.1 Выполнение самостоятельной работы	10	Карточки - задания	Обучаемые получают задание на закрепляющий контроль, выполняют предложенную работу, в случае необходимости обращаются за помощью к преподавателю

## Окончание таблицы 26 – Ход занятия

5. Подведение итогов занятия	5		Ответы на вопросы по закреплению нового учебного материала
4.1. Что называют фрезой?			
4.2. Виды фрез?			
4.3. Назначение фрез?			Формулирование выводов по теме
6. Домашнее задание	5	Учебник: Аршинов В.А., Алексеев Г.А. «Резание металлов и режущий инструмент» - М., Машиностроение, 1976, 440с	Запись домашнего задания

### 3.8. План занятия – конспект занятия

Фреза — инструмент с одним или несколькими режущими лезвиями (зубьями) предназначенный для фрезерования.



Рисунок 13- Виды фрез

Различают следующие типы фрез:

1) Цилиндрические фрезы.

Цилиндрические фрезы применяются на горизонтально-фрезерных станках для обработки плоскостей.



Рисунок 14 – Цилиндрическая фреза

## 2) Торцевые фрезы.

Фрезы торцевые (фрезы торцовые) - инструмент предназначенный для обработки горизонтальных и торцевых поверхностей изделий из металла.



Рисунок 15 – Торцовая фреза

## 3) Дисковые фрезы.

Дисковые фрезы пазовые, двух- и трехсторонние используются при фрезеровании лазов и канавок.



Рисунок 16 – Дисковая фреза

## 4) Угловые фрезы.

Угловые фрезы находят широкое применение в инструментальном производстве для фрезерования стружечных канавок различных инструментов.

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		83

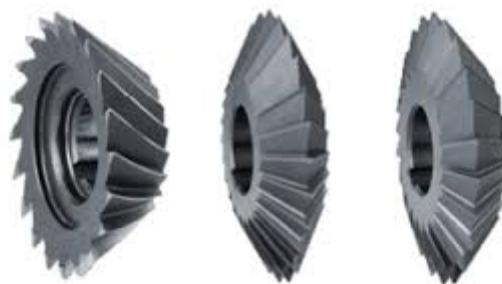


Рисунок 17 – Дисковые фрезы

#### 5) Концевые фрезы.

Концевые фрезы применяются для обработки глубоких пазов в корпусных деталях контурных выемок, уступов, взаимно перпендикулярных плоскостей.



Рисунок 18 – Концевая фреза

#### 6) Шпоночные фрезы.

Разновидностью концевых фрез являются шпоночные двухзубые фрезы. Рассматриваемые шпоночные фрезы, подобно сверлу, могут углубляться в материал заготовки при осевом движении подачи и высверливать отверстие, а затем двигаться вдоль канавки.



Рисунок 19 – Шпоночная фреза

#### 7) Фасонные фрезы.

Фасонные фрезы получили значительное распространение при обработке разнообразных фасонных поверхностей. Преимущества применения фасонных фрез особенно сильно проявляются при обработке заготовок с большим отношением длины к ширине фрезеруемых поверхностей.



Рисунок 20 – Фасонная фреза

Фрезы имеют следующее применение.

Цилиндрические фрезы применяются на горизонтально-фрезерных станках при обработке плоскостей.

Эти фрезы могут быть с прямыми и винтовыми зубьями. Фрезы с винтовыми зубьями работают плавно; они широко применяются на производстве. Фрезы с прямыми зубьями используются лишь для обработки узких плоскостей, где преимущества фрез с винтовым зубом не оказывают большого влияния на процесс резания. Цилиндрические фрезы изготавливаются из быстрорежущей стали, а также оснащаются твердосплавными пластинками, плоскими и винтовыми.

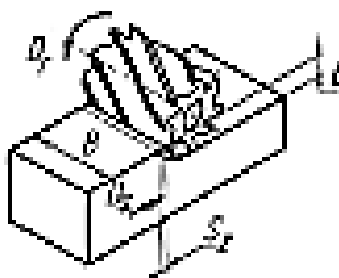


Рисунок 21 – Цилиндрическое фрезерование

Торцевые фрезы применяются на вертикально-фрезерных станках при обработке плоскостей.

У торцевых фрез только вершины режущих кромок зубьев являются профилирующими. Торцевые режущие кромки являются вспомогательными. Главную работу резания выполняют боковые режущие кромки, расположенные на наружной поверхности.

Так как на каждом зубе только вершинные зоны режущих кромок являются профилирующими, формы режущих кромок торцевой фрезы, предназначенной для обработки плоской поверхности, могут быть самыми разнообразными. В практике находят применение торцевые фрезы с режущими кромками в форме ломаной линии либо окружности. Причем углы в плане  $\Phi$  на торцевых фрезах могут меняться в широких пределах. Наиболее часто угол в плане  $\Phi$  на торцевых фрезах принимается равным  $90^\circ$  или  $45\text{—}60^\circ$ . С точки зрения стойкости фрезы его целесообразно выбирать наименьшей величины, обеспечивающей достаточную виброустойчивость процесса резания и заданную точность обработки детали.

Торцевые фрезы обеспечивают плавную работу даже при небольшой величине припуска, так как угол контакта с заготовкой у торцевых фрез не зависит от величины припуска и определяется шириной фрезерования и диаметром фрезы. Торцевая фреза может быть более массивной и жесткой, по сравнению с цилиндрическими фрезами, что дает возможность удобно размещать и надежно закреплять режущие элементы и оснащать их твердыми сплавами. Торцевое фрезерование обеспечивает обычно большую производительность, чем цилиндрическое. Поэтому в настоящее время большинство работ по фрезерованию плоскостей выполняется торцевыми фрезами.

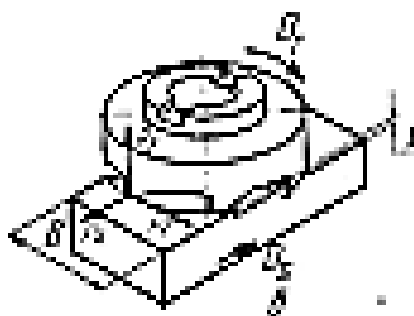


Рисунок 22 – Торцевое фрезерование

Дисковые фрезы применяются при обработке пазов и канавок.

Главные режущие кромки располагаются на цилиндре. Боковые режущие кромки, расположенные на торцах, принимают незначительное участие в резании и являются вспомогательными. Дисковые фрезы имеют прямые или наклонные зубья. У фрез с прямыми зубьями на торцевых кромках передние углы равны нулю, что ухудшает условия их работы. Чтобы получить у двухсторонних фрез на боковых кромках положительные передние углы, применяются фрезы с наклонными зубьями. С этой же целью трехсторонние фрезы выполняются с разнонаправленными зубьями. Они работают всеми зубьями, расположенными на цилиндре. На торцах же половина зубьев, имеющих отрицательные передние углы, срезана.



Рисунок 23 – Фрезерование дисковой фрезой

Угловые фрезы применяются при фрезеровании угловых пазов и наклонных плоскостей.

Угловые фрезы находят широкое применение в инструментальном производстве для фрезерования стружечных канавок различных инструментов. В процессе работы одноугловыми фрезами возникают осевые усилия резания, так как срезание металла заготовки производится в основном режущими кромками, расположенными на конической поверхности. У двухугловых же фрез осевые усилия, возникающие при работе двух смежных угловых кромок зуба, несколько компенсируют друг друга, а при работе симметричных двухугловых фрез они взаимно уравновешиваются. Поэтому



двухугловые фрезы работают более плавно. Угловые фрезы малых размеров изготавливаются концевыми с цилиндрическим или коническим хвостовиком.

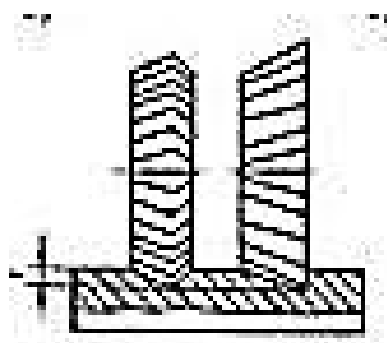


Рисунок 24 – Фрезерование угловыми фрезами

Концевые фрезы применяются при обработке глубоких пазов в корпусных деталях, контурных выемок, уступов, взаимно перпендикулярных плоскостей.

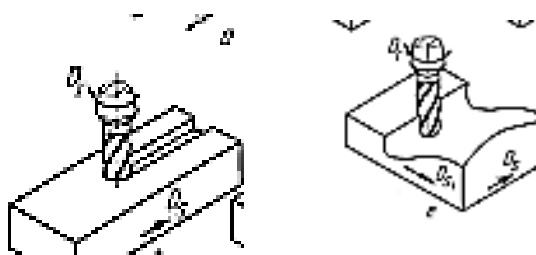


Рисунок 25 – Фрезерование концевыми фрезами

Шпоночные фрезы применяются при обработке шпоночных пазов.

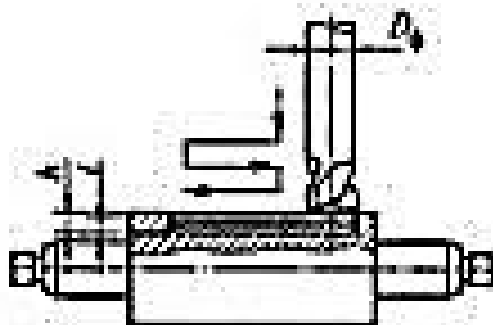


Рисунок 26 – Фрезерование шпоночной фрезой

Фасонные фрезы применяются при обработке фасонных поверхностей.



Рисунок 27 – Фасонное фрезерование

Конструктивные элементы фрез представлены на рисунке 28.

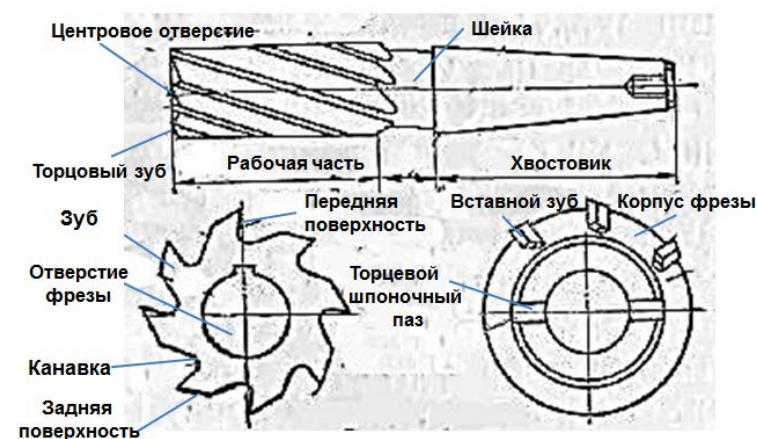


Рисунок 28 – Конструктивные элементы фрезы

Геометрические параметры фрез представлены на рисунке 16.

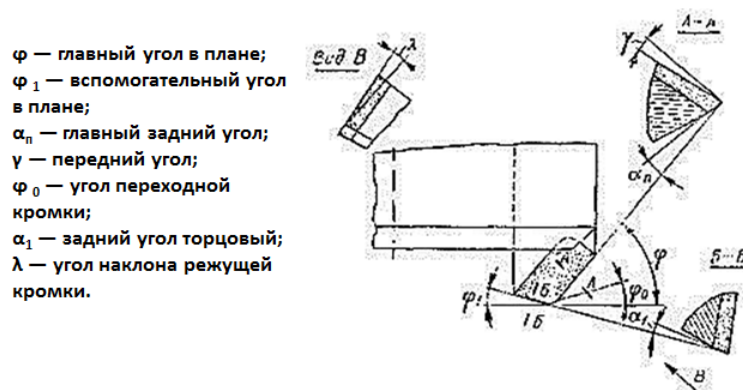


Рисунок 29 – Геометрические параметры фрез

### 3.9. Итоговая аттестация

Итоговая аттестация проводится по карточкам индивидуального задания в письменной форме, на карточках нужно обозначить конструктивные и геометрические параметры фрез.

Пример задания.

1. Восстановите по памяти конструктивные элементы фрезы и запишите их рядом с соответствующей цифрой:

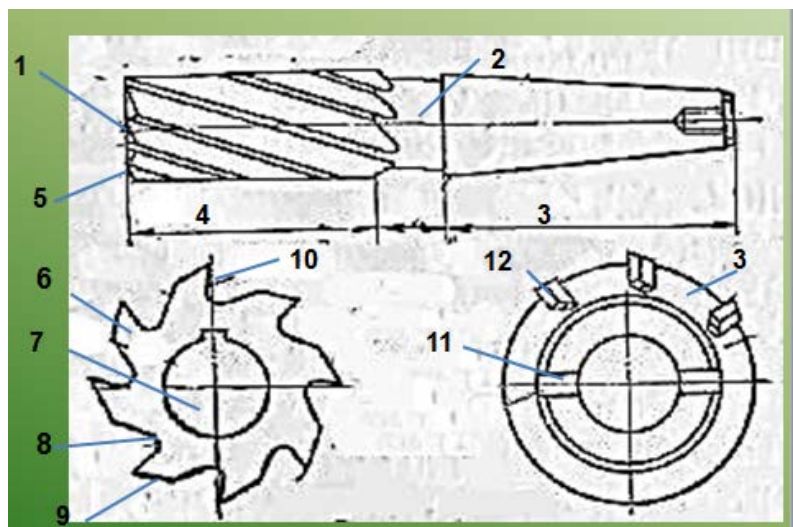


Рисунок 30 – Конструктивные элементы фрез

1 _____	2 _____
3 _____	4 _____
5 _____	6 _____
7 _____	8 _____
9 _____	10 _____
11 _____	12 _____
13 _____	

2. Восстановите по памяти геометрические параметры фрезы и запишите их рядом с соответствующей цифрой:

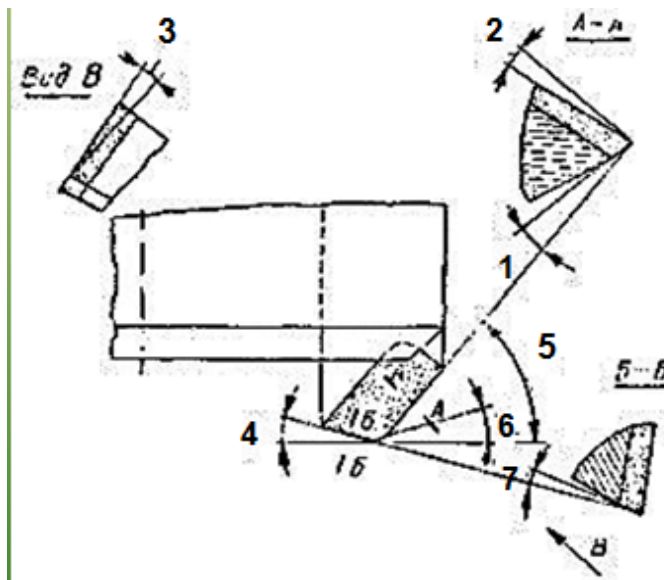


Рисунок 31 – Геометрические параметры фрез

1 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_

3 \_\_\_\_\_

4 \_\_\_\_\_

5 \_\_\_\_\_

6 \_\_\_\_\_

7 \_\_\_\_\_

Оценка знаний, умений и навыков по результатам контроля производится в соответствии с универсальной шкалой.

Таблица 27 – Оценочная шкала

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	Балл (оценка)	Вербальный аналог
86 - 100	5	отлично
76 - 85	4	хорошо
51 - 75	3	удовлетворительно
Менее 50	2	не удовлетворительно

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В методической части дипломного проекта проведен анализ нормативной, программной и учебной документации и разработка урока теоретического обучения для повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», обслуживающих обрабатывающий центр с ЧПУ DANLIN MCV-720.

Решены следующие задачи:

- Приведено описание условий обучения рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в центре ДПО;
- Проведен анализ Профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- Разработан учебный план повышения квалификации по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- Разработано содержание и плана проведения учебных занятий по теме «Современные металлорежущие инструменты»;
- Разработан план и план-конспект учебного занятия по теме «Особенности выбора режимов обработки на станках с ЧПУ»;
- Разработано методическое обеспечение учебного занятия по теме «Особенности выбора режимов обработки на станках с ЧПУ» в форме тестовых заданий.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбачевич А. Ф., Шкред В. А., Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов – 5-е изд., переработка и дополнение – М.: ООО ИД «Альянс», 2007.-256 с.

2. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 112с.

3. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2003. – 324с.

4. Козлова Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие-Екатеринбург: Издательство Урал. Гос. проф.- пед. университета 2012.- 169 с.

5. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т. А. Козлова, Т. В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 137с.

6. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.

7. Могильников В. А. Технология производства. Технологический анализ чертежа детали: методические указания к практическим занятиям, контрольно-курсовым и контрольным работам для студентов машиностроительных специальностей / В. А. Могильников. – Тула: изд-во ТулГУ, 2009. – 18 с.

8. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Машиностроение: 2004. – 526с.

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		93

9. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.1-656 с., ил.

10. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.2-612 с., ил.

11. Технология машиностроения (специальная часть) [Текст]: учеб. для вузов. / А.А. Гусев, Е.Р. Ковальчуки др. – М.: Машиностроение, 1976.– 480 с.

12. Технология машиностроения [Текст]. Учеб для вузов [Гриф МО РФ] /Л.В.Лебедев и др.- М.: Изд. Центр «Академия», 2006. - 527 с.

13. Технология машиностроения[Текст]: В 2 кн. Кн.1. Основы технологии машиностроения: учеб.пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – 2-ое изд., доп. – М.: Высш. шк., 2008. – 278 с.

14. Технология машиностроения [Текст]: В 2 кн. Кн.2. Производство деталей машин.: учеб.пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – 2-ое изд., доп. – М.: Высш. шк., 2008. – 296 с.

15. Технология машиностроения. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов [Гриф УМО] / [А. В. Коломейченко и др.]. - Электрон.текстовые дан. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2015. - 266 с. - (Режим доступа:<http://e.lanbook.com/view/book/67470>)

16. Техничко-экономические расчёты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт. –сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т» , 2013. 66 с.

					ДП 44.03.04.141 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.№	Подпись	Дата		94

17. Эрганова, Н. Е. Практикум по методике профессионального обучения[Текст]: учеб.пособие для вузов / Н. Е. Эрганова, М. Г. Шалунова, Л. В. Колясникова. - 2-е изд., пересмотр. и доп. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 88 с.

18. Электронный каталог «Seco» [Электронный ресурс]// Фрезерование, 2015 г. - URL: <http://seco-tool.ru/doc/2015-katalog-frezerovanie-seco-tools.html>. Режим доступа – свободный. (Дата обращения 22.05.2018).

19. Электронный каталог «Марочник сплавов и стали» [Электронный ресурс]// - URL: <http://splav-kharkov.com/main.php>. Режим доступа – свободный. (Дата обращения 22.05.2018).

20. Электронный ресурс «Штамповка на горизонтально-ковочных машинах (гкм)»// URL: <http://www.studfiles.ru/preview/5897571/page:20/>. Режим доступа – свободный. (Дата обращения 22.03.2018).

21. Электронный каталог «Металлообрабатывающее, металлорежущее оборудование, станки по металлу» [Электронный ресурс]//<http://www.sib.perytone.ru/metal>. Режим доступа – свободный. (Дата обращения 17.04.2018).

22. Электронный каталог «Марки стали» [Электронный ресурс]// - URL: [http://metallischekiy-portal.ru/marki\\_metallov/search/](http://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/search/). Режим доступа – свободный. (Дата обращения 05.04.2018).

23. Электронный ресурс «Алюминиевый сплав В95»// URL: <http://cuprum.ru/alyuminij1/splav-v95.html>. Режим доступа – свободный. (Дата обращения 07.04.2018).

24. Электронный ресурс «Определение типа производства»// URL: <https://studfiles.net/preview/5583861/page:2/>. Режим доступа – свободный. (Дата обращения 01.05.2018).

25. Электронный каталог «Каталог инструмента» [Электронный ресурс]<https://www.twirpx.com/file/243984/>. Режим доступа – свободный. (Дата обращения 10.04.2018).



26. Электронный ресурс «Компания Каммаркет»// URL: <http://www.kammarket.ru/>. Режим доступа – свободный. (Дата обращения 15.05.2018).

27. Электронный каталог «Каталог инструмента» [Электронный ресурс]// URL:<http://www.taegutec.ru/>. Режим доступа – свободный. (Дата обращения 25.03.2018).

28. Электронный каталог «Каталог инструмента» [Электронный ресурс]// URL: <http://www.bison-bial.ru/>. Режим доступа – свободный. (Дата обращения 27.03.2018).

29. Электронный каталог «Патрон резьбонарезной» [Электронный ресурс]// URL: <https://sto21.ru/goods/item/7238/>. Режим доступа – свободный. (Дата обращения 27.03.2018).

30. Электронный каталог «Seco» [Электронный ресурс]// Фрезерование, 2015 г. - URL: <http://seco-tool.ru/doc/2015-katalog-frezerovanie-seco-tools.html>. Режим доступа – свободный. (Дата обращения 25.05.2018).

31. Электронный каталог «Твердосплавный инструмент» [Электронный ресурс]// URL: <http://sgs-tool.ru/>. Режим доступа – свободный. (Дата обращения 27.04.2018).

32. Электронный ресурс «Хофманн групп»// URL: <https://www.hoffmann-group.com/>. Режим доступа – свободный. (Дата обращения 15.04.2018).

33. Электронный ресурс «Искар»// URL: <http://www.iscar.com/>. Режим доступа – свободный. (Дата обращения 21.03.2018).

34. Электронный ресурс «Ренихау»// URL: <http://www.renishaw.ru/>. Режим доступа – свободный. (Дата обращения 21.03.2018).

Управляющая программа

	O0001	X-27.9
	%	Y107.648
	O0001	X-43.9
	G49	Y164.901
	G28G91X0Y0	X-59.9
	N1	Y107.648
	G40G80G90	X-75.9
	T1M6(TOREC32)	Y164.901
	G5.1Q1	X-91.9
	S2956M03	Y107.648
	G00X0.Y0.	G00Z108.23
75	G17G54X4.1Y164.901A16.8	X4.1Y164.901
		Z104.761
	G43H1Z108.23M08	G01Z100.761
	Z106.761	Y107.648
	G01Z102.761F1877.	X-11.9
	Y107.648	Y164.901
	X-11.9	X-27.9
	Y164.901	Y107.648
	X-27.9	X-43.9
	Y107.648	Y164.901
	X-43.9	X-59.9
	Y164.901	Y107.648
	X-59.9	X-75.9
	Y107.648	Y164.901
	X-75.9	X-91.9
	Y164.901	Y107.648
	X-91.9	G00Z108.23
	Y107.648	X4.1Y164.901
	G00Z108.23	Z103.761
	X4.1Y164.901	G01Z99.761
	Z105.761	Y107.648
	G01Z101.761	X-11.9
	Y107.648	Y164.901
	X-11.9	X-27.9
	Y164.901	Y107.648

X-43.9  
 Y164.901  
 X-59.9  
 Y107.648  
 X-75.9  
 Y164.901  
 X-91.9  
 Y107.648  
 G00Z108.23  
 X4.1Y164.901  
 Z102.761  
 G01Z98.761  
 Y107.648  
 X-11.9  
 Y164.901  
 X-27.9  
 Y107.648  
 X-43.9  
 Y164.901  
 X-59.9  
 Y107.648  
 X-75.9  
 Y164.901  
 X-91.9  
 Y107.648  
 G00Z108.23  
 X4.1Y164.901  
 Z101.761  
 G01Z97.761  
 Y107.648  
 X-11.9  
 Y164.901  
 X-27.9  
 Y107.648  
 X-43.9  
 Y164.901  
 X-59.9  
 Y107.648

X-75.9  
 Y164.901  
 X-91.9  
 Y107.648  
 G00Z108.23  
 X4.1Y164.901  
 Z100.761  
 G01Z96.761  
 Y107.648  
 X-11.9  
 Y164.901  
 X-27.9  
 Y107.648  
 X-43.9  
 Y164.901  
 X-59.9  
 Y107.648  
 X-75.9  
 Y164.901  
 X-91.9  
 Y107.648  
 G00Z108.23  
 X4.1Y164.901  
 Z99.761  
 G01Z95.761  
 Y107.648  
 X-11.9  
 Y164.901  
 X-27.9  
 Y107.648  
 X-43.9  
 Y164.901  
 X-59.9  
 Y107.648  
 X-75.9  
 Y164.901  
 X-91.9  
 Y107.648

G00Z108.23  
 X4.1Y164.901  
 Z98.761  
 G01Z94.761  
 Y107.648  
 X-11.9  
 Y164.901  
 X-27.9  
 Y107.648  
 X-43.9  
 Y164.901  
 X-59.9  
 Y107.648  
 X-75.9  
 Y164.901  
 X-91.9  
 Y107.648  
 G00Z108.23  
 X4.1Y164.901  
 Z97.761  
 G01Z93.761  
 Y107.648  
 X-11.9  
 Y164.901  
 X-27.9  
 Y107.648  
 X-43.9  
 Y164.901  
 X-59.9  
 Y107.648  
 X-75.9  
 Y164.901  
 X-91.9  
 Y107.648  
 G00Z108.23  
 X4.1Y164.901  
 Z96.761  
 G01Z92.761

Y107.648  
 X-11.9  
 Y164.901  
 X-27.9  
 Y107.648  
 X-43.9  
 Y164.901  
 X-59.9  
 Y107.648  
 X-75.9  
 Y164.901  
 X-91.9  
 Y107.648  
 G00Z108.23  
 M5  
 Z200.0M09  
 G28G91Z0.  
 G90X0.Y0.  
 A0.  
 G28G91Y0.X0.  
 G5.1Q0  
 M1  
 N16  
 G40G80G90  
 T16M6(SV14)  
 G49  
 G5.1Q1  
 S2000M03  
 G17G54G00X-  
 41.0Y136.275A16.875  
 G43H16Z108.23M08  
 G83G98Z57.761R95.761Q4.  
 2F100.  
 G80  
 M5  
 Z200.0M09  
 G28G91Z0.  
 G90X0.Y0.

A0.	X-26.03Y136.275Z82.078I-
G28G91Y0.X0.	14.97J0.
G5.1Q0	X-26.03Y136.275Z81.104I-
M1	4.97J0.
N6	X-26.03Y136.275Z80.131I-
G40G80G90	14.97J0.
T6M6(14END)	X-26.03Y136.275Z79.157I-
G49	14.97J0.
G5.1Q1	X-26.03Y136.275Z78.183I-
S6930M03	14.97J0.
G17G54G00X-	X-26.03Y136.275Z77.209I-
41.0Y136.275A16.875	14.97J0.
G43H6Z108.23M08	X-26.03Y136.275Z76.235I-
Z95.761	14.97J0.
G01Z92.791F866.	X-26.03Y136.275Z75.261I-
X-34.28	14.97J0.
G41D06X-26.03	X-26.03Y136.275I-14.97J0.
G03X-	G01G40X-34.28
26.03Y136.275Z91.817I-14.97J0.	G00Z108.23
X-26.03Y136.275Z90.843I-	X-46.32
14.97J0.	Z78.261
X-26.03Y136.275Z89.869I-	G01Z75.291
14.97J0.	G41D06X-54.57
X-26.03Y136.275Z88.896I-	G03X-
14.97J0.	54.57Y136.275Z74.369I13.57J0.
X-26.03Y136.275Z87.922I-	X-
14.97J0.	54.57Y136.275Z73.448I13.57J0.
X-26.03Y136.275Z86.948I-	X-
14.97J0.	54.57Y136.275Z72.526I13.57J0.
X-26.03Y136.275Z85.974I-	X-
14.97J0.	54.57Y136.275Z71.604I13.57J0.
X-26.03Y136.275Z85.0I-	X-
14.97J0.	54.57Y136.275Z70.683I13.57J0.
X-26.03Y136.275Z84.026I-	X-
14.97J0.	54.57Y136.275Z69.761I13.57J0.
X-26.03Y136.275Z83.052I-	X-54.57Y136.275I13.57J0.
14.97J0.	G01G40X-46.32
	G00Z108.23

X-47.755	G01Z86.895F500.
Z95.761	X-51.609Y138.876F1000.
G01Z75.261	G03X-53.109Y136.278I1.5J-
G41D06X-56.005	2.598
G03X-	X-
56.005Y136.275I15.005J0.	53.109Y136.278I12.112J0.
X-	X-
56.005Y136.275I15.005J0.	53.109Y136.278I12.112J0.
G01G40X-47.755	X-51.609Y133.679I3.0J0.
G00Z108.23	G01X-50.109Y136.278
X-46.355	G00Z108.23
Z78.261	M5
G01Z69.761	Z200.0M09
G41D06X-54.605	G28G91Z0.
G03X-	G90X0.Y0.
54.605Y136.275I13.605J0.	A0.
X-	G28G91Y0.X0.
54.605Y136.275I13.605J0.	G5.1Q0
G01G40X-46.355	M1
G00Z108.23	N18
M5	G40G80G90
Z200.0M09	T18M6(SV6.8)
G28G91Z0.	G49
G90X0.Y0.	G5.1Q1
A0.	S2500M03
G28G91Y0.X0.	G17G54G00X-
G5.1Q0	101.0Y152.275A16.875
M1	G43H18Z108.23M08
N8	G83G98Z83.153R95.761Q2.
G40G80G90	04F250.
T8M6(FAS10X30GRAD)	Y120.275
G49	X-6.0Y152.275
G5.1Q1	Y120.275
S6000M03	G80
G17G54G00X-	M5
50.109Y136.278A16.875	G00Z200.0M09
G43H8Z108.23M08	G28G91Z0.
Z95.761	G90X0.Y0.

A0.	Y120.275
G28G91Y0.X0.	X-6.0Y152.275
G5.1Q0	Y120.275
M1	G80
N7	M5
G40G80G90	G00Z200.0M09
T7M6(10X90')	G28G91Z0.
G49	G90X0.Y0.
G5.1Q1	A0.
S4000M03	G28G91Y0.
G17G54G00X-	G5.1Q0
101.0Y152.275A16.875	M30
G43H7Z108.23M08	%
G81G98Z88.411R95.761F50	
0.	
Y120.275	
X-6.0Y152.275	
Y120.275	
G80	
M5	
G00Z200.0M09	
G28G91Z0.	
G90X0.Y0.	
A0.	
G28G91Y0.X0.	
G5.1Q0	
M1	
N15	
G40G80G90	
T15M6(M8X1.25)	
G49	
G5.1Q1	
S200M03	
G17G54G00X-	
101.0Y152.275A16.875	
G43H15Z108.23M08	
G84G98Z84.574R95.761F25	
0.	